

VALENTIN, G.G.





Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Lehrbuch

der

Physiologie des Menschen.

Für

Aerzte und Studirende.

Von

Dr. G. Valentin,

ordentl. Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Bern.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1847.



Inhalt

des ersten Bandes.

Vorrede.

Das Streben, die Lebenserscheinungen von einem möglichst physikalischen Standpunkte aufzufassen, erhielt sich in dieser Auflage eben so lebhaft, als in der ersten. Die Darstellung erlitt aber mehrere Veränderungen, die dem Ganzen, wie mir schien, zum Vortheile gereichten.

Das Bemühen, die mechanischen Vorgänge des menschlichen Körpers mit Schärfe zu verfolgen und die ihnen zum Grunde liegenden Zahlenwerthe zu ermitteln, foderte wenigstens eine elementar mathematische Behandlung einzelner Abschnitte. Da ich voraussetzen mußte, daß diese Richtung den meisten Lesern des Werkes fern lag, so suchte ich, Schritt für Schritt die Berechnungen zu entwickeln und so den strebsamen Theil der Studirenden in eine ihm vielleicht ungewohnte Betrachtungsweise einzuführen. Ich gerieth hierdurch in eine Doppelstellung, die mich häufig genug im Laufe der Ausarbeitung der ersten Auflage beunruhigte. Ich wurde für den Kenner zu weitläufig und blieb am Ende doch für den, dem Talent oder Wille für mathematische Auffassungen mangelte, unverständlich.

Die Anordnung, die ich jetzt getroffen habe, vermeidet dieses Mißverhältniß. Jeder der beiden Bände des Lehrbuchs erhält einen Anhang, in dem die Formeln, die Berechnungen und die nothwendigsten Grundwerthe verzeichnet sind. Die einzelnen Theile dieser Zugaben führen be-

sondere Nummern. Geht aus ihnen eine im Texte erwähnte Bestimmung hervor, so ist die entsprechende Nummer des Anhanges an dem Rande genannt.

Da auf diese Weise das Studium der mathematischen Erläuterungen dem Eifer des Lesers überlassen blieb, so konnte ich mich hier meist kürzer, als in der ersten Auflage fassen und dafür manches, das ich dort zu übergehen genöthigt war, hinzufügen. Gab ich aber auch häufig nur die Grundformel und die Endgleichung, so ließ ich doch nie wesentliche Zwischenglieder, deren Ausbleiben das Verständniß erschweren würde, hinweg. Die meisten Bemerkungen des Anhanges setzen nur die Kenntniß der Logarithmenrechnungen, der einfachen und der quadratischen Gleichungen, der Geometrie und der ebenen Trigonometrie voraus. War ich ausnahmsweise genöthigt, höhere Entwickelungen in Anspruch zu nehmen, so ist es dann jedesmal bemerkt.

Diese Vertheilung der Rechnungen gewährte noch einen zweiten Vorzug. Ich konnte das Ganze so ordnen, daß es gewissermaaßen als Formular für selbstständige Bestimmungen zu dienen im Stande war. Jede Nummer erhielt ihre eigene hierauf bezügliche Ueberschrift. Will Jemand eine physiologische Aufgabe nach neuen Grundwerthen lösen, so findet er dann im Anhange den Buchstabenausdruck, der ihn zum Ziele führt.

Verfolgt man die litterarischen Erscheinungen der Gegenwart, so findet man, daß nicht selten Chemiker, Physiologen und Aerzte Ansichten vertheidigen, die mit den physikalischen Verhältnissen in Widerspruch stehen. Bedenkt man, daß oft die physiologischen Aufgaben mehr als gewöhnliche Kenntnisse, nicht bloß der Anatomie, sondern auch der Hygrometrie, Eudiometrie, Mechanik, Optik, Akustik und Elektricitätslehre voraussetzen, so können solche Abwege weder befremden, noch selbst bei dem eifrigsten Bemühen gänzlich vermieden werden. Soll aber ihre Zahl mit der Zeit kleiner werden, so ist es Pflicht der Lehrbücher, die physikalischen Grundlagen so genau als möglich darzustellen.

Leitete mich schon diese Ueberzeugung in der ersten Auflage des Werkes, so trat sie mir noch kräftiger bei dieser Umarbeitung entgegen. Denn nicht die geringste Zahl der heftigen Angriffe, die einzelne deutsche Schrift-

steller gegen manche Abschnitte des Lehrbuches gemacht, würde das Licht der Oeffentlichkeit gemieden haben, wenn schon jetzt die richtige physikalische Anschauungsweise Gemeingut geworden wäre und alle nöthigen Vorkenntnisse jedem Leser zu Gebote stünden.

Ich habe mich bemüht, die physikalischen Sätze, auf die sich physiologische Versuche oder Schlüsse stützen, ausführlicher zu erläutern. Der Raum, den ich durch Abkürzung und Sonderung der mathematischen Entwickelungen gewann, machte es möglich, daß ich deshalb nicht den Umfang des Werkes zu vergrößern brauchte. Da mir die Güte des Herrn Verlegers die sämmtlichen Holzstiche, die er besitzt, zur Verfügung stellte, so konnte ich auch Vieles durch Abbildungen anschaulicher machen.

Die Methoden, die zur Lösung physiologischer Fragen dienen, blieben ein Hauptaugenmerk der Darstellung. Die Verbesserung des Verfahrens einer Untersuchung ist meiner Ueberzeugung nach eines der ersten Verdienste, die sich ein Naturforscher erwerben kann. Sind einmal die unvermeidlichen Beobachtungsfehler verkleinert, so folgen glückliche Ergebnisse von selbst nach. Ich suchte daher meinen schwachen Kräften gemäß kritisch zu prüfen, das Passende durch neue Abbildungen zu versinnlichen, und die Uebelstände, die einer Erforschungsweise anhaften, so sehr als möglich zu verfolgen. Die meisten dieser Darstellungen sind, wie in der ersten Auflage, mit kleiner Schrift gedruckt. Sie wurde auch wieder für physiologisch-pathologische Nebenbetrachtungen gewählt.

Ich glaubte endlich noch die Uebersichtlichkeit und das Nachschlagen zu erleichtern, wenn ich die verschiedenen Theile eines Hauptabschnittes mit untergeordneten durch gesperrte Buchstaben ausgezeichneten Vorbemerkungen versah. Die Columnenüberschriften und ein Sachregister werden dieses Bemühen vervollständigen.

Die Gewichte und Maaße sind durchgehends der Gleichförmigkeit wegen in Grammen und Meter gegeben. Der Schluß des Anhanges enthält deswegen eine Vergleichungstabelle mit anderen Bestimmungsweisen.

Obgleich die oben erwähnten Veränderungen eine Umarbeitung des Ganzen nothwendig machten, so hoffe ich doch, daß der erste Band bis

zu Anfang und der zweite bis zu dem Schlusse des nächsten Jahres in den Händen des Publikum sein wird.

Die neuen eigenthümlichen Holzschnitte wurden größtentheils nach der Natur von den Herren Lindt, Rüttimeyer und Tobler, denen ich hiermit für ihre Mühe öffentlich danke, gezeichnet.

Bern, den 1sten September 1846.

G. Valentin.

Einleitende Erörterungen.

Begriff und Hilfsmittel der Physiologie.

Die Physiologie des Menschen erläutert die Erscheinungen und Gesetze des materiellen und materiell-psychischen Lebens unseres Körpers, überläßt dagegen die Darstellung der Normen der reinen Geistesthätigkeiten der Philosophie, und zwar vorzüglich der Logik und der Psychologie. Beiderlei Zweige der menschlichen Erkenntniß berühren aber einander auf das Innigste. Viele Verhältnisse, die sich auf den ersten Blick als bloße Wirkungen der Seele darstellen, hängen ursprünglich von Einflüssen der körperlichen Werkzeuge ab. Die philosophische Betrachtung ruht daher erst dann auf sicherem Boden, wenn sie den ihr von der Physiologie dargebotenen Stoff benutzt und der Wahrheit der Thatsachen entsprechend verarbeitet. 1

Die Thätigkeit der Gesammtmasse unseres Körpers oder einzelner seiner Theile entspricht oder widerstreitet der regelrechten Norm. Die Physiologie muß sich daher, wenn man ihr Gebiet auf alle Lebenserscheinungen ausdehnt, mit dem gesunden und dem kranken Menschen beschäftigen. Man unterscheidet deshalb auch eine normale und eine pathologische Physiologie — Ausdrücke, die trotz ihrer schwachen logischen Grundlage allgemein angenommen sind. 2

Die Gesetze, nach denen die krankhaften Thätigkeiten auftreten und um sich greifen, werden in der allgemeinen und der speciellen Pathologie behandelt. Die Physiologie oder Biologie im engeren Sinne beschränkt sich darauf, den regelrechten Gang der Lebenserscheinungen zu verfolgen. Sie berücksichtigt höchstens noch die Hauptveränderungen, durch die gesunde Zustände in kranke und umgekehrt übergeführt werden. 3

Die anatomischen, die physikalisch-chemischen und die aus ihnen hervorgehenden oder neben ihnen bestehenden Eigenschaften eines Organismus oder Organs bestimmen die Thätigkeit desselben. Geweblehre und specielle Anatomie, Physik und Chemie sind daher die Grundpfeiler, auf de- 4

nen die Physiologie ruht. Bilden aber auch viele ihrer Abschnitte bloße Anwendungen jener Zweige der Naturforschung, so ist sie es doch allein, welche die anatomischen Wissenschaften mit dem Hauche des Lebens befruchtet, die zerstreuten Eroberungen der organischen Physik und Chemie zu einem höheren Ganzen verbindet und allen Fächern der praktischen Medicin den einzig sicheren Leitstern durch ihr noch so wenig erleuchtetes Labyrinth darbietet.

5 Die Anatomie dient der Physiologie in vielfacher Hinsicht, denn sie liefert nicht bloß die Buchstaben der physiologischen Sprache, sondern gestattet auch häufig, die Thätigkeit mancher Gebilde ohne fernere Nebenstudien zu erkennen.

Wollen wir den Gang einer Maschine erforschen, so stellen gleichsam ihre einzelnen Stücke die Fragen, die beantwortet werden müssen. Die Anatomie bestimmt den Umfang der physiologischen Probleme in ähnlicher Weise. Sie häuften sich deshalb, als man sich nicht mehr auf die bloße Zergliederung mit freiem Auge beschränkte, sondern die mächtige Hilfe des Mikroskopes zur Begründung des viel verschlungenen Baues des Organismus zu Hilfe zog. Viele frühere Ergebnisse wankten durch diese Erweiterung der Erkenntniß; die Zahl der Probleme mehrte sich durch sie in's Unendliche. Die Darstellung einzelner Lebensverhältnisse erlangte aber erst eine sichere Grundlage durch diesen Fortschritt. Denn nur das bewaffnete Auge lehrt die Elemente kennen, von denen manche wesentliche Erscheinungen des Blutes, der Lymphe, der verschiedenen Fasergebilde, der Nervenmassen und ähnlicher Theile abhängen.

6 Einzelne Organe sind so eingerichtet, daß ihr Bau allein schon ihre Bestimmung verräth. Finden wir eine Reihe von linsenartigen Körpern vor der nervösen Netzhaut des Auges, so drängt sich der Schluß von selbst auf, daß hier ein Brechungsapparat der Lichtstrahlen der sichtbaren Gegenstände vorhanden sei. Wenn uns aber das Mikroskop zahlreiche, ihrem Alter nach veränderliche Gewebtheile, zwischen denen sich kleine Blutgefäße verbreiten, in den Horngebilden kennen lehrt, so folgt hieraus, daß sie ohne unmittelbare Nebenhilfe der Blutmasse fortwachsen. Ihre selbstständige Entwickelung aus den Stoffen der Ernährungsflüssigkeit wird dann schon durch die anatomische Anordnung erwiesen.

7 Die physikalischen, chemischen, physiologischen und pathologischen Untersuchungen endlich, welche die Lebenserscheinungen aufhellen sollen, müssen auf anatomischen Studien der Theile, an denen sie angestellt werden, fußen. Denn man irrt hier planlos auf dem vielbewegten Meere des Lebens, sobald man das Steuerruder der Zergliederungskunde entbehrt.

8 Die physikalischen und die chemischen Eigenschaften eines Organes lehren ebenfalls häufig, welche Rolle manchen Gebilden unseres Körpers anvertraut ist. Die Elasticität der Schlagaderwände leitet unmittelbar zu der Folgerung, daß sich die Arterien durch das eingetriebene Blut ausdehnen und von selbst nach dem Aufhören des Herzdruckes zu ihrem früheren Umfange zurückzukehren suchen. Eine Ersparung von Herzkraft muß hierdurch, wie die Physik lehrt, erzielt werden. Ist es mir

bekannt, daß das Fett keinen Stickstoff enthält, so ergiebt sich von selbst, daß es nicht zur Erzeugung stickstoffhaltiger Theile des Organismus ohne weiteren Zusatz gebraucht werden kann. Sollen aber stickstoffreiche Nahrungsmittel in Fett übergehen, so muß ihr Stickstoff einen anderen Ausweg finden.

Die physikalisch-chemische Untersuchungsweise kann noch auf eine doppelte Art von der Physiologie gebraucht werden. Sie lehrt uns eine Reihe von Eigenschaften, welche die bloße Formbetrachtung nicht verräth, kennen. Wir sind aber auch im Stande, unter ihrer Leitung Apparate, deren Einrichtung mit der der organischen Theile übereinstimmt, aufzubauen. Ihre Wirkungsweise gestattet dann einen Rückschluß auf die lebenden Gebilde. 9

Wir ermitteln z. B. die Veränderungen des Schwerpunktes des menschlichen Körpers in seinen verschiedenen Stellungen und schließen hieraus auf die Sicherheit, welche die eine oder die andere Bewegungsart gestattet. Diffusionsversuche, die an den einzelnen Häuten angestellt werden, lehren, inwiefern sie zur Vermittelung bestimmter Absonderungen geeignet sind oder nicht. Die chemische Analyse der Organe endlich führt uns auf die Gesetze, nach denen sich die Verbindungen bei dem Stoffwechsel austauschen, damit das Brauchbare in dem Körper bleibe, das Uebrige dagegen austrete.

Die inneren Theile des Ohres sind so klein und liegen so tief in der unmittelbaren Nachbarschaft der wesentlichsten Lebenswerkzeuge verborgen, daß sich keine Versuche an ihnen anstellen lassen. Wollen wir aber mehr erfahren, als die bloße äußere Formbetrachtung angiebt, so müssen wir uns akustische Apparate, die mit denen der inneren Gehörwerkzeuge so sehr als möglich übereinstimmen, verfertigen. Gelingt es, neue Gesetze an diesen aufzufinden, so gehört nicht bloß der Gewinn der Physik, sondern auch der Physiologie.

Eiweiß und Faserstoff wechseln häufig in den Umsatzerscheinungen des thierischen Körpers. Die Elementaranalyse konnte bis jetzt keine scharfen Unterschiede der organischen Bestandtheile in ihnen nachweisen. Die Orte, an denen ihre gegenseitige Verwandlung stattfindet, lassen sich weder genau angeben, noch erfolgreichen Versuchen unterwerfen. Wollen wir aber dessenungeachtet ihre Umwandlung erforschen, so bleibt Nichts übrig, als die Faserstoff-Masse auf künstlichem Wege in Eiweiß überzuführen. Gelingt dieses durch den Zusatz gewisser Salze, so haben wir wenigstens einen Anhaltspunkt für die im Leben stattfindenden Vorgänge gewonnen.

Beschränkten sich die Lehren der Physiologie auf dasjenige, was die anatomischen, physikalischen und chemischen Untersuchungen des todten Körpers oder der ihres Lebens beraubten Theile lehren, so würde nicht nur unsere Wissenschaft alle Selbstständigkeit, sondern auch gerade ihre wichtigsten Ergebnisse entbehren. Die kunstvolle Verwickelung des Baues der Organismen und die Kleinheit der dabei thätigen Elemente machte schon jede allseitige Erforschung mit physikalischen und chemischen Hilfsmitteln unmöglich. Die Apparate, die wir ihnen zu unserer Selbstbeleh- 10

rung nachbilden, sind daher nur unvollständige Abdrücke des Originals. Wir können deßhalb sogar die rein physikalisch-chemischen Erscheinungen auf eine bloß lückenhafte Weise verfolgen, wenn wir nicht das Leben selbst befragen, wenn wir nicht seine Endresultate mit den Mitteln der Physik und Chemie prüfen.

Ein anderer Umstand fordert hierzu noch dringender auf. Die Kräfte, die gerade die höchsten Erscheinungen des thierischen Lebens leiten, fehlen in der unorganischen Natur und selbst in der Pflanze und dem todten Thiere. Die Quelle des Lebens allein kann daher hier die Gefilde der Forschung befruchten.

11. Zwei Wege stehen in dieser Hinsicht zu Gebote. Man untersucht die Thätigkeiten, wie sie sich unmittelbar darbieten. Die hierdurch gewonnene physiologische Beobachtung vermag jedoch nur einen kleinen Theil der Lebenswirkungen zu erläutern. Ihre Aufschlüsse sind oft lückenhaft oder zweideutig und bleiben nicht selten auf der Oberfläche der Erscheinungen stehen. Die Wirkungsart innerer Organe, deren Bloßlegung gewaltsame Störungen veranlaßt, entgeht endlich ihrer Herrschaft größtentheils.

Man beschränkt sich daher nicht bloß auf dasjenige, was sich dem unmittelbaren Anblick darbietet, sondern greift tiefer und selbstständiger in das Getriebe des Organismus ein. Verborgene Werkzeuge werden bloßgelegt, um ihre Wirksamkeit zu belauschen. Man stellt bestimmte Fragen, um die Wahrheit des Sachverhaltes aus ihren Antworten zu ermitteln. Man raubt dem Organismus gewisse Theile oder versetzt sie in berechnete regelwidrige Zustände, damit der hierdurch erzeugte Krankheitsproceß angebe, welche Rolle dem fehlenden oder verstümmelten Gebilde übertragen ist. Bemühungen der Art führen zu physiologischen Versuchen.

Die bloße Betrachtung der verschiedenen Stellungen des Körpers bei dem Gehen oder Laufen belehrt uns über viele Punkte der Mechanik des Skelettes und der Muskeln. Die mikroskopische Anschauung des ausgespannten Froschfußes giebt ein klares Bild des Blutlaufes der Capillargefäße. Ueberschreiten hierbei nicht die Verhältnisse die Grenzen des Regelrechten, so ist auch die physiologische Beobachtung ihrer Einfachheit wegen der Gefahr des Irrthums am Wenigsten unterworfen.

Die Möglichkeit der Irrung vergrößert sich dagegen, so wie die Nebenbedingungen stürmischere Eingriffe nothwendig machen. Wollen wir erfahren, wie viel Harn ein Thier täglich absondert, so brauchen wir nur die Menge der abgegangenen Flüssigkeit auf irgend eine Art sorgfältig zu sammeln und vor Verunreinigung und Verdunstung zu bewahren. Stellen wir uns dagegen die Frage, wie viel eine einzige Niere liefert, so müssen wir die Bauchhöhle öffnen und eine Abflußröhre in den Harnleiter einbringen. Die hierdurch veranlaßten Entzündungserscheinungen trüben aber das Resultat, zu dem wir gelangen, in hohem Grade.

Die physiologische Beobachtung kann sogar beständige und, wie es scheint, vollkommen sichere Ergebnisse liefern, ohne daß sie doch der Wahr-

heit entsprechen. Denn ein kleiner übersehener Nebenumstand ändert bisweilen die Verhältnisse völlig um. Oeffnen wir den Unterleib eines eben getödteten Thieres, so bewegen sich sogleich die dünnen Gedärme auf das lebhafteste. Wir würden aber irren, wenn wir hieraus folgerten, daß auch im Leben ein ähnlicher Sturm der Peristaltik durch den Reiz der Atmosphäre bedingt werde. Denn die Thätigkeit des centralen Nervensystems und vorzüglich des Gehirns wirkt hier der gleichen Erscheinung entgegen. Die Därme verhalten sich daher dann weit ruhiger und bewegen sich häufig gar nicht.

Gewinnen aber schon die krankhaften Nebenverhältnisse, welche die physiologischen Beobachtungen nöthig machen, einen so bedeutenden Einfluß auf die Endergebnisse, so muß noch öfter der Boden der physiologischen Versuche aus den gleichen Ursachen an Sicherheit verlieren. Die Gewißheit nimmt mit der Verwickelung der Nebenbedingungen immer mehr ab.

Stirbt ein Thier, dem man eine größere Menge kalten Wassers in die eine Blutader einspritzt, während der Operation, so können wir noch mit ziemlicher Bestimmtheit schließen, daß die niedrig temperirte Flüssigkeit sein Herz gelähmt hat. Kreislauf und Athmung standen bald still, und die hierdurch veranlaßte Unthätigkeit des Gehirns und des verlängerten Markes mußte dem Leben ein Ende machen.

Oeffnet man dagegen die Schädelhöhle, hebt das Gehirn in die Höhe und drückt oder durchschneidet einen Hirnnerven, so können nur Schmerzensäußerungen des Thieres bezeugen, daß jener Nerve empfindlich ist. Bleibt hingegen der Erfolg aus, so vermag das Resultat eben so gut von der Insensibilität des Nerven, als von der betäubenden Wirkung der Nebenverletzungen herzurühren.

Da jede Abtheilung des Körpers mit den übrigen in Verbindung steht, so kann auch die Störung, die ein Gebilde trifft, eine veränderte Thätigkeit in manchen andern Organen hervorrufen. Der unmittelbar angesprochene Theil antwortet nicht mehr, wie im gesunden Zustande. Eine Reihe meist unüberwindlicher Schwierigkeiten entzieht daher nicht selten den Resultaten der physiologischen Versuche die einzig genügende Sicherheit.

Setzen wir ein Manometer in eine entblößte Schlagader, so macht die gewaltsame, hierzu nöthige Vorbereitung das Thier unruhig, der Herzschlag und das Athmen weichen von ihren gewöhnlichen Normen ab. Der Druck des Blutes ändert sich daher auch in der Schlagader, die mit dem Prüfungsinstrumente verbunden ist.

Die physiologische Beobachtung hat nicht selten, wie wir sehen, einen **12** regelwidrigen Eingriff in den Organismus als Vorläufer nöthig. Eben so erfordern aber auch viele physiologische Versuche eine nachfolgende unbefangene Beobachtung der späteren Lebensprocesse. Beiderlei Arten von Forschungsmethoden müssen daher in vielen Fällen wechselseitig verbunden werden.

Will man die Wirkung der stickstoffhaltigen und der stickstofflosen

Nahrungsmittel ergründen, so gehört nur die Verabreichung der bestimmt berechneten Speisen dem physiologischen Versuche an. Alles Uebrige dagegen fällt der ferneren unmittelbaren Beobachtung anheim. Die Studien über die Wiedererzeugung der Gewebe treten aus dem Bereiche des physiologischen Experiments, so wie man die zu prüfenden Theile durchschnitten oder zerstört hat.

13 Wir fanden früher, daß uns häufig die künstliche Erregung bestimmter krankhafter Erscheinungen über die Normalverhältnisse belehrt. Viele der physiologischen Versuche gleichen in dieser Hinsicht chirurgischen Operationen. Andere dagegen, wie die Prüfung der Nahrungsmittel oder der Gifte und ähnliche Bemühungen erinnern in ihren Folgen an die Vorgänge, mit denen sich der innere Arzt beschäftigt. Kann aber die absichtlich hervorgerufene Krankheit die Erkenntniß der Lebensthätigkeiten wesentlich erweitern, so vermag man mit Recht zu fordern, daß auch die Pathologie das Gleiche zu leisten suche. Wir erhalten auf diese Art eine neue Quelle unserer Wissenschaft in dem pathologisch-physiologischen Studium.

14 Jede Krankheit gleicht ihrem Wesen nach einem physiologischen Versuche, als dessen Resultate die pathologischen Zeichen betrachtet werden müssen. Die Heilmittel, welche der Arzt verabreicht, sind Gifte, die, wenn sie wirken, die Lebensthätigkeit einzelner Theile durchgreifend ändern. Wo der Chirurg sein Messer gebraucht, da folgt binnen Kurzem ein physiologisch-pathologischer Proceß, der entweder nur den Eingriff zu beseitigen oder das Grundübel zu entfernen sucht. Läge daher immer der fortlaufende Zusammenhang der Erscheinungen klar vor unseren Augen, so müßte jede Krankheitsbeobachtung die physiologische Forschung fördern können.

Die Erfahrung lehrt jedoch, daß dieses nur in einer sehr beschränkten Zahl von Fällen stattfindet. Denn der Arzt ist bloß häufig im Stande, einzelne Verräther von den den Organismus angreifenden Feinden zu erblicken. Der Plan der Zerstörung, welche die krankhafte Richtung der Lebensthätigkeit veranlaßt, bleibt ihm meistentheils verborgen. Steht auch dem Chirurgen das Endziel seiner Eingriffe deutlicher vor Augen, so durchschaut er doch in der Regel die Mittelglieder eben so wenig, als der innere Heilkünstler. Medicin und Chirurgie liefern daher oft pathologisch-physiologische Versuche, die keine genügende naturwissenschaftliche Folgerung gestatten. Das Gleiche gilt sogar von den Resultaten der pathologischen Anatomie. Denn viele ursprünglich einfache Entartungen haben eine verwirrende Reihe von Kettengliedern der Störungen nach sich gezogen, ehe die klarere Anschauung des kranken Organismus durch den Tod möglich geworden.

15 Diese Betrachtungen geben aber die Grundlage für den kritischen Maaßstab, den wir an dem pathologisch-physiologischen Studium anzulegen haben. Gebrauchen wir die Krankheitslehre zur Erweiterung des physiologischen Gebietes, so kann dieses nur unter der Bedingung geschehen, daß alle in Betracht kommenden Nebenverhältnisse genau bekannt sind. Die einfachsten Krankheitsfälle sind deshalb auch immer die lehrreichsten. Das

häufige oder seltene Vorkommen, die Größe oder die Kleinheit des entarteten Theiles bilden in dieser Beziehung untergeordnete Rücksichten.

16 Da die Physiologie in dem Gewande einer schärfern Naturwissenschaft auftreten kann, so erfreut sie sich auch deshalb der Pathologie gegenüber wesentlicher Vorzüge. Sie kann ohne Bedenken ihre mit Sicherheit erforschten Normen der Krankheitslehre zur Anwendung überliefern. Ihre Gesetze brauchen nicht den Widerspruch pathologischer Erfahrungen zu fürchten. Denn eine Versöhnung findet immer Statt, sobald nur Alles erkannt, jede Mißdeutung entfernt und jedes störende Nebenverhältniß berücksichtigt ist. Will dagegen die Pathologie von ihrem Gebiete aus scharfe physiologische Sätze zum Wanken bringen, so unterliegt sie meistentheils als die schwächere, unsicherere Wissenschaft. Ihr Bemühen führt nur dann zu einem glücklichern Resultate, wenn schon der Boden des Streites auch auf physiologischem Gebiete weicht. Gebraucht sie dagegen die ächt naturwissenschaftliche Methode zur Ergründung der Krankheitsfälle oder benutzt sie diese, um einzelne zugängliche Lebenserscheinungen genauer zu prüfen, so erhält ihr Streben einen eben so großen Werth für sie selbst, als für die Physiologie.

17 Da sich die meisten Versuche nur an Thieren anstellen lassen, so kann sich nie die Lebenslehre des Menschen von der Berücksichtigung der Thierwelt völlig befreien. Die an den niedereren Geschöpfen gefundenen Resultate müssen immer auf unseren Organismus übertragen werden. Krankheitsbeobachtungen sind in den glücklichsten Fällen im Stande, das an Thieren Gewonnene für den Menschen zu bestättigen und näher zu erläutern.

18 Die Nothwendigkeit, zahlreiche Untersuchungen an anderen Organismen, als dem unserigen, vorzunehmen, führt aber noch einen Nachtheil, den wir nie aus den Augen lassen dürfen, mit sich. Manche allgemeine Erscheinungen, wie die symmetrische Vertheilung der bewegenden und der empfindenden Nervenwurzeln, die Hauptnormen der Reizbarkeitsverhältnisse, die hydraulischen Vorgänge des Blutlaufes, die Wirkung des Magensaftes, des Samens und ähnlicher Erzeugnisse, reichen so tief in die Thierwelt hinab, daß sie fast mit derselben Sicherheit am Frosche, wie an dem höchsten Säugethiere erläutert werden können. Anders dagegen verhält es sich, wenn wir zu den Einzelerscheinungen vordringen. Die Antwort wird hier um so sicherer, je höher das von uns befragte Geschöpf steht, je näher seine Organisation mit der unserigen verwandt ist. Wir dürfen aber dessenungeachtet nie die anatomischen Unterschiede, die sich dann noch darbieten, unberücksichtigt lassen. Viele physiologische Versuche, die nur an Säugethieren angestellt werden können, sind daher nur mit gewissen Einschränkungen für den Menschen gültig.

19 Nicht alle Theile der Physiologie unseres Körpers hängen auf die eben erwähnte Weise von Studien an Thieren ab. Manche von ihnen fußen sogar nur auf Erfahrungen, die man am Menschen macht. Denn wo das Geistige selbst berührt wird, wo sein Ausfluß, die Sprache, zur Mittheilung der Empfindung unerläßlich ist, da bildet der Mensch die

Hauptquelle unseres Wissens. Die Lehren von der Stimmerzeugung, den Nerven und dem Nervensysteme ruhen zu einem großen Theile auf Beobachtungen, die wir an uns und unseres Gleichen anstellen.

20 Jede nicht blos beschreibende Naturwissenschaft steht um so höher, je weniger Hypothesen und je mehr mathematische Begründungen in ihr vorkommen. Die Kleinheit, Verschiedenheit und Unzugänglichkeit der wirksamen Elemente der lebenden Körper, ihre mannigfache Verbindung und die Schwierigkeiten, welche sich der Beobachtung und dem Versuche entgegenstellen, machen es unmöglich, daß die Physiologie in so starrem, gesetzmäßigem Gewande, als die Physik oder selbst nur die Chemie auftritt. Kein Abschnitt derselben läßt sich als ein gerundetes Ganze, als ein unerschütterliches, aus einem Grundprincipe hervorgehendes Gebäude darstellen. Manche begründete Einzelsätze müssen mit anderen, die nicht so sicher bewiesen sind, verknüpft und viele Lücken durch unabweisbare, subjective Vorstellungen und Annahmen ausgefüllt werden. Die Fortschritte der Wissenschaft werden zwar hier vieles verbessern. Allein es hieße die Proteuserscheinungen des Lebens verkennen, wenn man hoffen wollte, daß je die Physiologie die rein objective Behandlung der Physik erreichen werde.

Diese Erkenntniß schließt jedoch keineswegs eine möglichst mathematische Methode unserer Wissenschaft aus. Man täuscht sich, wenn man behauptet, daß sich nie das Leben der Herrschaft der Mathematik unterwirft. Denn es steht, gleich allen anderen Erscheinungen, unter bestimmten Gesetzen und die reine Sprache der Naturgesetze ist die mathematische Form. Eben so wenig läßt sich die Ansicht begründen, daß die verwickelten Bedingungen der organischen Theile allen solchen Bemühungen Hohn sprechen. Ein Blick auf die angewandte Physik muß bald von dieser Auffassungsweise zurückführen. Der Mechaniker, Hydrauliker, Pneumatiker oder Optiker rechnet in seiner Theorie mit Gestalten und Verhältnissen, die sich ebenfalls nie als solche in der Natur vorfinden. Er benutzt noch hierbei Ausdrücke und Vorstellungen, die sich bloß auf die mit freiem Auge kenntlichen Merkmahle beziehen, dem mikroskopischen Baue dagegen nicht selten widerstreiten. Was ihm aber seine Formeln geben, das wendet er auf verwandte wirkliche Körper an. Wo die Verhältnisse nicht vollkommen den von ihm geforderten Bedingungen entsprechen, da sucht er ihre einflußreichen Nebenerscheinungen durch Verbesserungswerthe seiner theoretischen Größen auszudrücken. Wollte er sich durch die letzteren Uebelstände abschrecken lassen, so wäre noch jetzt jede angewandte Mechanik eine Unmöglichkeit. Die Physiologie kann die gleiche Bahn in allen ihren Abschnitten, mit Ausnahme der Lehre von den Empfindungen, versuchen. Schon die mechanische Einrichtung des Organismus fordert sie zu dieser Behandlungsweise auf und deutet klar auf die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges hin.

21 Kann aber die fortlaufende Darstellung der Lebenslehre des Menschen der Verbindungsglieder der subjectiven Annahmen und Hypothesen nicht entbehren, so muß sie doch die unzweifelhaften Thatsachen von den minder

begründeten Einzelbeobachtungen, das Wahrscheinliche von dem rein Hypothetischen, das Unveränderliche von dem durch Nebenverhältnisse Wechselnden so scharf als möglich unterscheiden. Will sie fernere Fortschritte anregen, so liegt es ihr vor Allem ob, die Grenze des Wissens und Nichtswissens genau anzugeben und nicht die sicheren Pfeiler ihres Gebäudes mit dem schwankenden Nebengerüst zu verwechseln.

Eigenthümlichkeiten der Organisation.

22 Der Organismus wurde schon häufig unter verschiedenen Gesichtspunkten mit einer Maschine oder einer ähnlichen physikalisch-chemischen Vorrichtung verglichen. Die Freunde solcher Ansichten waren jedoch nicht im Stande, diese Idee vollkommen durchzuführen. Ihre Gegner konnten sie nur im Allgemeinen als den Ausdruck eines rohen Materialismus anklagen, nicht aber auf eine befriedigende Weise beseitigen. Dieses Widerspiel der Auffassungen führt daher schon von selbst zu der Vermuthung, daß beide Klassen von Apparaten in manchen Punkten übereinstimmen, in anderen dagegen wesentlich von einander abweichen werden.

23 Das todte, zweckmäßig berechnete Material unserer Maschinen hat zu seinem Leben eine Speisung nöthig. Sie besteht in einer fortwährenden physikalischen Kraft, einer unausgesetzt thätigen chemischen Veränderung oder in beiderlei Verhältnissen zugleich. Die Schwere eines Gewichtes oder die Elasticität einer gespannten Feder, die ein Uhrwerk in den Gang setzt, der Fall des Wassers, der ein Mühlrad treibt, der elektrische Strom, der das Hammerwerk eines Elektromotor unterhält, die Hand oder der Fuß, der den Haupthebel einer Maschine bewegt, bilden physikalische, das Brennmaterial dagegen, das unsere Oefen erhitzt, die Zersetzungsproducte der Oele und Fette, die zur Beleuchtung dienen, chemische Anregungsmittel. Eine Verbindung beider tritt in den Dampfmaschinen hervor. Denn die Heizung erzeugt die Wasserdämpfe, deren Spannung das Spiel der Hebel unterhält.

Mögen aber diese ersten Erreger die beabsichtigte Wirkung unmittelbar hervorrufen oder ihre Einflüsse anderen passenden Stücken des Räderwerkes stufenweise mittheilen, so erhält sich doch nur die Arbeit, so lange die Speisung dauert. Fehlt sie, so siegt die Trägheit der Materie. Es ruht Alles, bis ein neuer Anstoß das Ganze belebt.

24 Der Organismus besteht ebenfalls aus einer Reihe planmäßig verbundener Theile, die wie Hebel in einander greifen. Ihre Formen, ihre Eigenschaften und ihre Bestimmungen sind nur gleich denen untergeordneter Kettenglieder für das gemeinsame Ganze berechnet. Eine Zufuhr chemischer Speisung, die Nahrung, muß das Räderwerk in Gang erhalten. Die Thätigkeit verzehrt das Unterhaltungsmaterial, setzt es um und liefert hierbei Nebenverbindungen, die nicht mehr als Anregungsmittel dienen können. Dieselben allgemeinen Verhältnisse kehren auch in unseren Maschinen wieder. Die Veränderungen des Molecularzustandes oder die

Massenumwandlung des Erregers erzeugt die Kraft, die selbst das Endziel der Arbeit bildet oder es durch Vermittelung anderer Werkzeuge erreicht. Kleine Störungen ändern zwar das Resultat der Vorrichtung. Soll sie aber völlig stillstehen, so muß der Eingriff eine gewisse Stärke erreichen und wesentliche Theile des Ganzen unbrauchbar machen.

25 Sucht man aber den Vergleich der Organismen mit den Maschinen, die der Mensch herstellt, weiter auszudehnen, so hört die sichere Grundlage auf. Die Unterschiede, die sich daran auf jedem Schritte zu erkennen geben, eigenen sich am besten, uns einen Blick in die wesentlichen Merkmahle des organischen Baues zu gestatten.

26 Der Plan, welcher dem scharfsinnigsten Werke des Mechanikers zum Grunde liegt, erscheint der Anordnung der Theile des kleinsten Thieres gegenüber arm, schwach und unvollkommen. Die unendliche Weisheit des Schöpfers tritt uns nie so gebieterisch entgegen, als wenn wir die verschiedenen Werkzeuge der von ihm geschaffenen Vorrichtungen in ihrem Zusammenhange zu ermitteln suchen.

Die einzelnen Stücke unserer Apparate sind groß und haben unvollkommnere und einfacher mathematische Gestalten. Die Natur arbeitet mit mikroskopischen Theilen, von denen jedes seine auf das Genaueste bestimmte Form, Größe und Stellung besitzt. Sie ist nicht gleich unseren Mechanikern genöthigt, der leichteren Berechnung wegen elementar-mathemathische Begrenzungen zu schaffen. Sie gebraucht vielmehr meist verwickeltere Oberflächen, um hierdurch noch Nebenvortheile zu erzielen, die wir oft nicht einmal theoretisch bestimmen können.

27 Beschränkte sich aber die Eigenthümlichkeit der Organismen auf diese Vorzüge allein, so würden sie zwar schon unsere Werkzeuge an Zweckmäßigkeit unendlich übertreffen. Es ständen aber immer noch zwei ebenbürtige Nebenbuhler einander gegenüber. Keine Ungleichheit des Princips, sondern nur die Vollkommenheit der Ausführung würde den Unterschied bedingen. Es hieße jedoch das Wesen der lebenden Geschöpfe verkennen, wenn man sich mit diesem Standpunkte begnügen wollte.

28 Der Baumeister richtet seine Maschine so ein, daß alle Theile unter Voraussetzung der nöthigen Speisung von selbst wirken. Allein die Herstellung des Räderwerkes, die Verbesserung des Mangelhaften, die Entfernung des Unbrauchbaren und der Zusatz neuer zweckmäßiger Stücke hängt von dem Wirken fremder Hände ab. Die Maschine lebt nur in dem ihr ursprünglich vorgeschriebenen Kreise. Sie ist passiv und unselbstständig, so wie die Foderungen dieses engumgrenzte Gebiet überschreiten.

Die Organismen dagegen sind weit davon entfernt, ein solches Bild der Hilflosigkeit darzubieten. Ihr von der Mutter bereiteter Keim führt eine Reihe zweckmäßig verbundener Theile, die unter Voraussetzung der gehörigen Speisung fernere Gebilde erzeugen und sich zu dem selbstständigen Individuum entwickeln. Die Nahrungsmittel dienen nicht bloß, die Thätigkeit der schon vorhandenen Stücke zu unterhalten, sondern auch neue zu verfertigen, abgenutzte zu erfrischen und den Schaden, den jeder Gebrauch eines Werkzeuges veranlaßt, auszugleichen. Die lebenden Wesen

bauen sich ihre eigenen Organe auf und erhalten und verbessern sie, so lange es ihre Zustände möglich machen.

Dieses wunderbare Resultat der Organisation bedarf aber nicht der Anwendung von Kräften, welche die Normen der Physik überschreiten. Die Millionen mikroskopischer Theile, aus denen jedes größere organische Gebilde zusammengesetzt wird, sind eben so viele Werkstätten, in denen der dargebotene Stoff nicht ausschließlich zu eigenem Nutzen verwendet, sondern auch zur Erzeugung fremder, eben so kleiner Apparate vorbereitet wird. Wir können uns leicht denken, daß sich hier ein Kettenglied an das andere reiht, daß immer die Zahl der Arbeiter und mit ihr die Größe und Vielseitigkeit der Leistungen zunimmt, bis endlich das vollendete Individuum zu Stande kommt. Nur die Berechnung, die zur Ausführung eines solchen Planes gehört, wird stets die Fassungskraft des menschlichen Geistes überschreiten. 29

Die Ursache dieser Einrichtung ist leicht einzusehen. Die organische Schöpfung sollte von selbst fortgehen; alle ihre Erscheinungen mußten ohne die Hilfe fremder Individuen möglich werden. Die Selbstständigkeit der lebenden Körper konnte allein diese Aufgabe lösen. Sollte aber allen Forderungen Genüge geleistet werden, so war nicht bloß der Augenblick, sondern auch die Zukunft zu berücksichtigen. 30

Da jeder materielle Organismus auf eine bestimmte Zeitdauer angewiesen ist, so mußte für seine Nachfolger gesorgt sein, wenn weder die Art zu Grunde gehen, noch eine neue Schöpfung derselben nothwendig werden sollte. Während aber eine solche Forderung von einem Werkzeuge der Menschenhand nicht befriedigt werden kann, stieß sie in den selbstständigen lebenden Wesen auf keine Schwierigkeiten. Denn die gleiche Einrichtung, die das einzelne Individuum erzeugt und vervollkommnet, konnte auch die Keime künftiger Geschöpfe in dem Mutterkörper herstellen. Sie brauchten sich weder durch Größe noch durch besondere Stoffe auszuzeichnen; sie hatten nur eine verhältnißmäßig kleine Gruppe von Gebilden nöthig, die sich später dem Grundprincipe aller Organismen entsprechend ferner entwickelten. Fanden sie die nöthigen äußeren Bedingungen, so fügte sich von selbst Gewebe an Gewebe, bis das ausgebildete Wesen vollendet war. Die Sorge für das Leben des Einzelnen und die Erhaltung der Gattung sicherte aber die einmal vorhandene Schöpfung.

Die Vorzüge, die den Organismen dieser Verhältnisse wegen zu Theil werden, wirken auch auf ihre übrigen Eigenschaften zurück. Ihr Material konnte zweckmäßiger als das unserer Maschinen gewählt werden. Ein großer Feind unserer Vorrichtungen ist der Mangel an Dauerhaftigkeit. Wir müssen daher für sie starre, dem Einflusse der Außenwelt kräftig widerstehende Massen aussuchen. Obgleich die Natur ihrem Weisheits- und Sparsamkeitsprincipe gemäß alle Organe so lange, als möglich thätig sein läßt, so sind doch ihre Substanzen im hohen Grade veränderlich. Luft, Wasser und andere Einflüsse gewöhnlicher Art können sie daher leicht zersetzen. Verhütete aber der Plan der Organisation jede nicht berechnete Veränderung, die hieraus hervorging, so waren gerade so leicht wandelbare

Verbindungen am Ehesten geeignet, die organischen Werkzeuge zu ihrem Umsatze und zur Bearbeitung der Keimstoffe anderer Theile tauglich zu machen. Das Starre und Einseitige der unbelebten Vorrichtungen ging auf diese Art in das Weiche, Nachgiebige und Wandelbare der organischen Schöpfungen über.

31 Eine andere noch wichtigere Eigenschaft, die ebenfalls nur einen Ausdruck der Selbstständigkeit des Lebens darstellt, verbindet sich hiermit auf das Innigste. Wie sich nämlich die Organisations- und Wachsthumerscheinungen den Bedürfnissen der verschiedenen Lebensalter und der künftigen Geschlechter anpassen, so erhielten auch viele einzelne Theile die Fähigkeit, ihre Zustände den wechselnden Außenverhältnissen gemäß zu ändern. Sie wurden hierdurch zu labilen Verrichtungen, während der größte Theil unserer Maschinen ohne fremde Hilfe dem Wechsel der an sie gestellten Forderungen nicht entspricht.

Kein optisches Werkzeug kann seine Diaphragmen leiten; keine Maschine ihren Schwerpunkt den verschiedenen Stellungen gemäß verrücken. Unser Auge hingegen verengt seine Pupille im Hellen und erweitert sie im Dunkelen. Wir wechseln die gegenseitige Lage unserer Glieder auf eine den Principien der Mechanik genau entsprechende Weise, sobald uns die Beschaffenheit des Bodens oder unsere eigene Körperstellung umzuwerfen droht

32 Alle diese Verbesserungen unserer labilen Apparate gehen ohne unsere eigene Berechnung vor sich. Da die Grundsätze, auf denen sie fußen, erst durch höhere Naturstudien gewonnen werden können, so mußte die materielle Einrichtung die zweckmäßige Veränderung sichern. Was wir aber hier in individueller Hinsicht an uns selbst wahrnehmen, das wird in dem großen Haushalte der Natur durch die Instinkte und Triebe ausgedrückt.

33 Der Charakter der Labilität greift noch selbst in die Verhältnisse der Speisung ein. Fehlt diese einem physikalischen Apparate, so steht Alles auf der Stelle still. Die Stabilität des Materials machte es aber möglich, daß eine passende Anregung die Thätigkeit des Ganzen nach längeren Perioden der Ruhe von Neuem hervorruft. Der hungernde Organismus dagegen lebt eine Zeit lang fort; seine eigenen Körperelemente, die aus Speisungsmitteln entstanden, gehen wieder in diese im Drange der Noth über, bis endlich der Eingriff das Ganze untergräbt und den Tod herbeiführt. Die Wandelbarkeit der abgestorbenen Theile hindert bald jede fernere Wiederbelebung.

Nur ein Erreger, der Sauerstoff der Luft, bildet in den höheren thierischen Geschöpfen eine Ausnahme von dieser Regel. Sein Mangel gefährdet das Leben auf der Stelle. Diese wichtige Rolle desselben rührt von verschiedenartigen Nebenverhältnissen, die wir in der Folge kennen lernen werden, her.

34 Ein so vielseitiger Plan, als den meisten organischen Schöpfungen zum Grunde liegt, kann nicht durch untergeordnete Abweichungen zerstört oder nur im Wesentlichen verändert werden. Die besonderen Charaktereigenthümlichkeiten, die jedes einzelne Individuum darbietet, und selbst die

ausnahmsweise vorkommenden Varietäten lenken daher nicht die Thätigkeiten von ihrem Hauptziele ab.

Da aber die Function nur den Ausdruck der vorhandenen Organtheile und ihrer gegebenen Eigenschaften bildet, so wird sie mit jedem tieferen Eingriffe bedeutender geändert. Die Störung, die ein einzelner Theil des Räderwerkes trifft, wird sich zwar zunächst nur in seinem eigenen Wirkungskreise abspiegeln. Allein die innige Beziehung, in der alle Gebilde des Organismus unter einander stehen, muß bald das örtliche Leiden in eine allgemeine Krankheit überführen können.

35 Der einmal eingeleitete pathologisch-physiologische Proceß wird andere Resultate, als die gesunden Vorgänge, zu Tage fördern. Ergreift er ein Organ, das schon in seiner Ausbildung vollendet ist, so treten in diesem krankhafte Wirkungen oder regelwidrige Bildungen hervor. Das große Heer der abnormen Energieen und der pathologischen Entartungen entsteht auf diese Weise. Verfolgt aber schon der Keim eine unrichtige Bahn seiner Entwickelung, so muß eine Hemmungsbildung, ein angeborener Krankheitszustand oder eine Monstrosität aus den veränderten Bedingungen hervorgehen.

36 Häufen sich endlich die Störungen in solchem Maaße, daß das zweckmäßige Ineinandergreifen der Theile aufhört, daß den wesentlichsten von ihnen ihre Thätigkeitserreger mangeln, so steht das Leben still. Die Größe und Bedeutung der ergriffenen Elemente bestimmt dann, ob nur eine Abtheilung des Körpers oder der gesammte Organismus abstirbt. Die Fäulnißzerstörung, die dem Tode folgt, ist kein neuer Proceß. Sie bildet nur den Ausdruck der ungehemmten Wirkung der Außenverhältnisse, die im Leben durch das berechnete Wechselspiel der thätigen Gewebe in die ihr gebührenden Schranken zurückgewiesen werden.

37 Die eben entwickelte Auffassung der Lebenserscheinungen, welche Gesundheit, Krankheit und Heilung aus einem allgemein naturwissenschaftlichen Principe herzuleiten sucht, muß jede Annahme einer besonderen, von den Gesetzen der übrigen Natur unabhängigen Lebenskraft zurückweisen. Vorstellungen der Art oder der mit ihnen verwandte Glaube an Seelenthätigkeiten der wirksamen materiellen Elemente (Stahl), an eigene Bildungstriebe (Blumenbach), wesentliche Kräfte (Wolff) und Heilbestreben der Organisation erklären nicht nur keine der räthselhaften Erscheinungen, sondern verwickeln sich auch bei fernerer Verfolgung in Widersprüche, die von der ungenügenden Schärfe der Grundbegriffe abhängen.

Gliederung der Thätigkeiten des Körpers.

38 Die individuellen Thätigkeiten des Menschen und der Thiere zerfallen in zwei Hauptgruppen, von denen die Eine die Wachsthumserscheinungen, die Andere dagegen die freie Selbstbestimmung des Einzelwesens zum Endziele hat. Da aber diese nur dem Thierreiche gestattet worden, jene dagegen auch in den Gewächsen, wiewohl in ganz anderem Gewande, vor-

kommen, so unterscheidet man beide mit dem Namen der pflanzlichen oder vegetativen und der thierischen oder animalen Thätigkeiten.

39 Das Blut bildet den Mittelpunkt aller dem Wachsthum und der Ernährung dienenden Vorgänge. Die Verdauung verarbeitet die rohen Nahrungsmittel, zieht das Lösliche aus ihnen aus und scheidet als Koth den festen Rückstand, den der Darm nicht bewältigen konnte, mit einzelnen unbrauchbaren Stoffen verbunden ab. Das Flüssige, das nach physikalischen Gesetzen ein Gemeingut des Körpers zu werden vermag, geht dann mittelbar oder unmittelbar auf dem Wege der Einsaugung in das Blut über. Dieses wird durch die Mechanik des Kreislaufes durch alle Organe des Körpers geleitet, damit jeder Theil seine Bedürfnisse befriedigen und das Lästige und Unbrauchbare entfernen könne. Die Blutmasse selbst erfrischt sich auf dieser Bahn durch den Einfluß der Atmosphäre, mit der sie in Berührung kommt. Da hierzu die bloße aüßere Körperoberfläche nicht hinreicht, so erfüllen eigene Athmungswerkzeuge einen Haupttheil dieser Bestimmung. Athmung und Hautausdünstung ergänzen sich daher in ihrer Wirkung. Ein Theil der Organe endlich verwendet nicht bloß das durch sie strömende Blut zur Erhaltung seiner eigenen Masse, sondern auch zur Bildung eigener Säfte, die ferneren Zwecken dienen oder als überflüssige Ausscheidungen entfernt werden. Die Absonderung, die in den verschiedenen Drüsen mit oder ohne Ausführungsgänge zu Stande kommt, ruht auf diesen Verhältnissen.

Die gesammte eben erwähnte Reihe von Thätigkeiten dient einem Endzwecke, der Ernährung des Körpers. Sie schließt gleichsam die Rechnung, welche die Einnahmen und Ausgaben des Organismus veranlassen; sie zeigt, wie sich die Elemente auf diesem Wege verändern, wie das Blut durch den Gewinn an neuen Stoffen und den Verlust an nahrhaften Verbindungen in seinem Innern wechselt, welche Speisungsmittel die Gesammtmasse des Thieres vergrößern und welche Verluste seine Fortdauer bedrohen oder vernichten.

Was das Blut für die pflanzlichen, das sind die Gebilde des Nervensystems für die thierischen Verrichtungen. Denn die Selbstbestimmung, welche ihr hervortretendestes Merkmahl bildet, rührt ursprünglich von den Nervenwirkungen her. Alle bewußten Eindrücke, alle zweckmäßigen Veränderungen der labilen Werkzeuge haben in ihnen ihren Grund. Der größte Theil der Bewegungen gehorcht ihren Befehlen. Die Stimme entsteht durch eine zweckmäßige Verbindung der Thätigkeiten der Athmungsorgane mit den Wirkungen einzelner, von nervösen Gebilden beherrschter Muskeln. Jedes Sinnesorgan dient durch seine physikalische Einrichtung als Vermittler, damit das Gehirn gewisse Eigenschaften der Außenwelt kennen lerne und zu selbstständigen Absichten gebrauche. Die Darstellung der Nerventhätigkeit endlich zeigt uns, welche Gesetze auch diesen Gebieter des thierischen Körpers fesseln und in seinen Bestimmungen leiten.

Die sämmtlichen, bis jetzt erwähnten Lebenserscheinungen sind nur für die Erhaltung des Individuum berechnet. Die Zeugung dagegen bewahrt

die Gattung und ruft eine Reihe von Fortbildungserscheinungen, die wir mit dem Namen der Entwickelung belegen, hervor.

Das Gesammtgebiet aller, bis jetzt erwähnten Functionen umfaßt die specielle Physiologie. Die Lebenslehre muß aber auch noch die allgemeinen Eigenschaften der organischen Theile und ihre gemeinsame Abhängigkeit von äußeren Einflüssen untersuchen. Sie hat den lebenden Körper in seinen physikalischen und seinen eigenthümlichen organischen Verhältnissen zu betrachten. Der größte Theil dieser Lehren, welche der allgemeinen Physiologie anheimfallen, wird bei der Untersuchung der Einzelthätigkeiten vorausgesetzt. Die Physiologie des Menschen beginnt daher mit ihnen, wenn sich auch manche Punkte auf spätere Einzelschilderungen beziehen.

40

Die bloße Betrachtung der Functionenlehre muß jede Art von beschreibender Anatomie ausschließen. Es setzt daher die Physiologie des Menschen die Kenntniß der Anatomie desselben voraus und läßt sich nur dann auf die Betrachtung des Baues eines Thieres ein, wenn die Eigenthümlichkeit desselben die Resultate eines physiologischen Versuchs bestimmt. Die Entwickelungsgeschichte, die theils der beschreibenden, theils der philosophischen Anatomie angehört, fällt aus dem gleichen Grunde in der physiologischen Darstellung hinweg. Diese schildert dagegen den Thätigkeitswechsel, den unser Organismus von seinem ersten Entstehen bis zu seinem natürlichen Tode erleidet, in ihrem letzten Abschnitte.

Das Gesammtgebiet unserer Wissenschaft zerfällt daher in die allgemeine und die specielle Physiologie. Die letztere umfaßt die Lehren von dem Stoffwandel, dem Nervenleben und der Zeugung und Entwickelung.

Werke, welche die gesammte Physiologie des Menschen behandeln.

Alb. ab Haller Elementa Physiologiae. Lausannae Vol. VIII. 1757—1766. 4. Eine zweite nicht vollendete Ausgabe dieses Hauptwerkes, der handschriftliche Zusätze des Verfassers durch eine fremde Redaction beigefügt worden, führt den Titel: De partium corporis humani fabrica et functionibus. Vol. VIII. Bernae. 1777. 8.

F. Magendie, Précis élémentaire de physiologie. Quatrième édition. Paris 1844. 8.

F. Magendie, Handbuch der Physiologie. Nach der dritten vermehrten und verbesserten Ausgabe aus dem Französischen übersetzt, mit Anmerkungen und Zusätzen von Heusinger. II. Bde. Eisenach 1834—1836. 8.

C. A. Rudolphi, Grundriss der Physiologie. Bd. I—III. Berlin 1821—1828. 8. (Der vierte Band, der das Werk schließen sollte, ist wegen des Todes des Verfassers nicht erschienen.)

C. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. I—VI. Leipzig 1826—1840. 8. Die drei ersten Bände erschienen in zweiter Auflage 1835—1838.

F. Tiedemann, Physiologie des Menschen. Bd. I. u. III. Darmstadt 1830 u. 1836. 8.

J. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. II. Bde. Vierte Auflage. Coblenz 1842—1844. 8.

F. Arnold, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II. Bde. Zürich 1836 —1842. 8

C. G. Carus, System der Physiologie. III. Bde. Leipzig 1838—1840. 8.

J. Flögel, Compendium der Physiologie des Menschen. Salzburg 1840. 8.

R. Wagner, Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig 1845. 8.

W. B. Carpenter, Principles of human Physiology, with their chief applications to Pathology, Hygiène and Forensic Medicine. Especially designed for the use of Students. London 1842. 8.

J. Fränkel, Compendium der Physiologie des Menschen. Berlin 1844. 8.

A. F. Günther, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Für Aerzte und Studirende. Bd. I. Leipzig 1845. 8.

C. Vogt, Physiologische Briefe. Heft 1 und 2. Stuttgart, 1845. 1846. 8.

G. Valentin, Grundriß der Physiologie d. Menschen für das erste Studium und zur Selbstbelehrung. Braunschweig 1846. 8.

R. B. Todd, The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. I—III. London 1835—1843. 8.

R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie. Bd. I—III. Braunschweig 1842—1846. 8.

Allgemeine Physiologie.

1. Physikalisch-chemische Verhältnisse.

Größe der wirksamen Elemente.

Einfluß des mikroskopischen Baues der Theile auf die 41
hysiologische Untersuchung. — Die Betrachtung der Organisa-
onsverhältnisse führte uns schon zu der Erkenntniß, daß jeder noch so
eine Apparat unseres Körpers aus einer großen Menge mikroskopischer
lemente, die seine ersten Thätigkeitserreger bilden, zusammengesetzt ist.
ährend diese Einrichtung der Natur selbst unendliche Vortheile gewährt,
llt sie den Bemühungen der Forschung unüberwindliche Schwierigkeiten
tgegen. Da auf diese Weise der Bau der lebenden Wesen die natür-
hen Grenzen unserer Sinne überschreitet, so sind wir auf die Anwen-
ng künstlicher Hilfsmittel, welche die Schranken des Sichtbaren erwei-
rn, hingewiesen. Sie zeigen uns zwar die Gestalten, Größen und Orts-
ränderungen, gestatten jedoch nicht, daß wir in die Zahlenverhältnisse
r physikalischen Eigenschaften oder der chemischen Verwandelungen tiefer
ndringen.

Jede ausgedehntere Thätigkeit bildet den Ausdruck der Summe der 42
irkungen vieler, dem freien Auge unkenntlicher Gebilde. Wir sind da-
r zwar im Stande, sie im Ganzen aufzufassen und zu beobachten.
ollen wir aber in die Einzelnheiten der Erscheinung eindringen, so ist
e mikroskopische Untersuchung der einzige Leitstern, dem wir die Lösung
d noch häufiger erst die richtige Stellung der Aufgabe verdanken. Der
eislauf des Blutes wurde aus der Wirkung des Herzens, der Schlag-
d der Blutadern erschlossen. Der Beweis blieb aber unvollständig, bis
e Vergrößerungsgläser die Bahnen der Blutmasse in dem Innern der
rgane nachwiesen. Erst diese Erkenntniß vermochte zugleich klar zu ma-
n, welchen Zweck der hydraulische Apparat zu verfolgen, welche Auf-
ben er für die Ernährung und Belebung des Körpers zu lösen habe. 43

Die Art und Weise, wie die mikroskopischen Elemente eines Organs
sammengehäuft sind, bestimmt den Grad der Sicherheit, mit dem wir
ne Hauptverrichtungen enthüllen können. Betrachten wir den Muskel
s bloßes Verkürzungsgebilde, so besteht er in allen seinen Punkten aus

den gleichen Muskelfasern. Die Zusammenziehung, die uns eine Faser unter dem Mikroskope anschaulich macht, wiederholt sich in ähnlicher Art an der großen Menge von Elementen, welche die stärkste Muskelmasse zusammensetzen. Die Grunderscheinungen der Verkürzung fallen daher noch in den Bereich der möglichen Ergründung. Die Unlöslichkeit der Aufgabe beginnt erst dann, wenn man die Gesammtwirkungen aus der Stellungsweise der mikroskopischen Fasern zu erläutern versucht.

Sind dagegen die kleinen, wirksamen Theile eines Organs, die dessen Hauptbestimmung vermitteln, ungleich, so wankt der Boden jeder Untersuchung in noch stärkerem Maaße. Der Bau der Nieren und die Prüfung ihrer Absonderungsflüssigkeit, des Harnes, lehrt zwar im Allgemeinen, daß sich hier das Blut eines Theiles seines Wassers, seiner unbrauchbaren stickstoffhaltigen Verbindungen und seiner Salze entledigt. Da aber hierzu die Malpighischen Körperchen und die sie umgebenden Kapseln, die Capillaren, die Grundmembran und die Epithelien der Harncanäle mitwirken, so verwickelt sich die Frage dergestalt, daß ihre Lösung auf keinen unabweislichen Thatsachen ausschließlich fußen kann. Die Nothwendigkeit subjectiver Vorstellungen durchzieht hier die Auffassung der Grundvorgänge und der sämmtlichen Mittelglieder.

Derselbe Structurunterschied dehnt aber noch seinen Einfluß auf Untersuchungen aus, die an und für sich von mikroskopischen Forschungen unabhängig sind. Da das mechanisch abgelagerte Fett den gleichen Bau an allen Orten darbietet und in seiner Masse aus denselben Fettbläschen besteht, so brauchen wir nur die elastischen Eigenschaften einer Fettmasse zu erforschen, um die Anwendung für alle zu haben. Was die Analyse für eine kleine Menge ergiebt, gilt zugleich für die größten Fettanhäufungen. Wäre der Ablagerungsproceß einer Fettkugel bekannt, so würde die gesammte Fettbildung kein Räthsel sein. Denn die Gleichartigkeit der Elementarbeschaffenheit bedingt nur Unterschiede der Zahlengrößen, nicht aber des inneren Wesens.

Jede physikalische oder chemische Untersuchung der Leber oder der Nieren dagegen scheitert an der Menge verschiedenartiger Gewebtheile, die in dem kleinsten Stücke dieser Organe enthalten sind. Die Kenntnisse dieser Absonderungswerkzeuge beruhen daher auf keinen vollkommenen Untersuchungen, sondern nur auf Folgerungen aus dem anatomischen Baue und der Beschaffenheit der durchfließenden Blutmasse, auf qualitativen Prüfungen der mikroskopischen Gewebe und physikalischen und physiologischen Erfahrungen, die wir an den größeren Ausführungsgängen dieser Drüsen anstellen können.

44 Da gerade die Mehrzahl der Körperorgane eine so gemischte Zusammensetzung darbietet, so wird immer die physiologische Forschung in den meisten ihrer Abschnitte lückenhaft bleiben, so lange es nicht etwa gelingt, auch quantitative Bestimmungen an mikroskopischen Gebilden vorzunehmen. Obwohl die Physiologie diesen Uebelstand der Natur der Sache nach am meisten fühlt, so würden wir doch irren, wenn wir glaubten, daß sie allein die Nachtheile dieses Streites unserer Sinnenbegrenzung mit dem

Baue der organischen Körper zu ertragen habe. Die Physik und die Chemie werden ebenfalls durch sie in ihren Bestrebungen wesentlich beeinträchtigt. Man berücksichtigt nur häufig nicht den mikroskopischen Sachverhalt oder stellt ihn in den Hintergrund, um desto ungestörter fortarbeiten zu können.

Die Mechanik gebraucht die Formeln, zu denen die Anwendung der Moduli der Festigkeit, der Elasticität und der Tragkraft führt, für Steine, Metalle und Hölzer auf ähnliche Weise, ohne zu berücksichtigen, daß die verschiedenen Baumstücke derselben Art aus ungleichen Verbindungen der Elementartheile, die sich häufig noch in verschiedenen Altersstufen befinden, bestehen und daß daher der an einem Exemplare gefundene Moduluswerth keine scharfe Anwendung auf andere gestattet. Die hieraus entspringenden Nachtheile geben sich in der technischen Anwendung in geringerem Maaße zu erkennen, weil man hier ohnedieß den theoretischen Werth nach ungefähren Erfahrungsschätzungen verbessert und die irrationelle Beobachtung der rationellen Vorausbestimmung zu Hilfe kommt. Sollte aber die Mechanik die Werthe, die für eine einzelne Holzmasse wahrhaft nöthig sind, mit mathematischer Schärfe bestimmen, so würde die Mannigfaltigkeit der Elementartheile ihre Bemühungen eben so zweifelhaft machen, als die der Physiologie.

Derselbe Uebelstand tritt in den chemischen Untersuchungen noch schroffer hervor. Alle im Großen vorgenommenen Analysen pflanzlicher oder thierischer Theile behandeln Gemenge der verschiedenartigsten Gebilde. Sie geben daher nur im besten Falle übersichtliche und gewissermaßen statistische Werthe. Die Endresultate können höchstens auf die Gültigkeit von Mittelbestimmungen, die wechselnde Einzelerfahrungen zulassen, Anspruch machen.

Die Nothwendigkeit, die physiologischen Forschungen auf mikroskopischen Grundlagen aufzubauen, hemmt noch aus einem anderen Grunde die Fortschritte der Erkenntniß. Sie macht es unmöglich, das Verhalten der Gewebtheile in größeren Strecken zu verfolgen. Die Wirkungen der ausgedehnteren Gruppirungen derselben können daher nur indirect erschlossen und mit Hilfe von Analogiegründen oder Hypothesen dargestellt werden. 45

Das Dunkel, welches die höheren Gesetze des Nervenlebens einhüllt und stets der Ergründung des Menschen entziehen wird, hat hierin seine vorzüglichste Ursache. Unser Auge und unsere Hand sind nicht im Stande, das Gewirr der Millionen feiner Nervenfäden und Nervenkörper, die das Gehirn und Rückenmark zusammensetzen, zu trennen und für Einzelversuche zu sondern. Die Bemühungen scheitern sogar schon hier an vielen Stellen der peripherischen Organe. Wir können daher immer nur die Accorde oder Dissonanzen einer gewissen Summe von Saiten des wichtigsten unserer Körperinstrumente belauschen, nicht aber die Hauptsache, die Grundtöne der Einzelnen, zur Auffassung bringen.

Dichtigkeit.

46 Dichtigkeitsgrade. — Die Eigenthümlichkeit der Verbindungen, aus denen der größte Theil der Organe besteht, bedingt es, daß sie größtentheils nicht ganz fest sind, sondern eine tropfbar flüssige oder halbflüssige Consistenz besitzen. Ihre reichliche Durchtränkung mit Wasser macht sie weicher und biegsamer, als ihr absoluter Dichtigkeitsgrad in vollkommen trockenem Zustande erwarten läßt. Die Zartheit, Beweglichkeit und Pünktlichkeit aller Thätigkeiten ließ sich aber nur auf diese Weise erreichen. Sie würde unseren Maschinen zum Muster dienen können, wenn nicht das von dem Einflusse der Luft unterstützte Wasser der Stabilität des Materials feindlich entgegenträte und starre Hebel leichter zu berechnen und zu gebrauchen wären, als nachgiebige oder gar veränderliche Werkzeuge.

47 Fordert die Bestimmung eines Theiles eine größere Härte, so bedient sich die Natur des einfachen Mittels, die ursprünglich weichen Gebilde mit zweckmäßigen härteren Zusätzen zu versehen. Die Knorpel, die Knochen, die Zähne und die Hornmassen verdanken dieser Verbesserungsweise ihren bedeutenderen mechanischen Widerstand.

48 Die einfachste Legirung, die sich den Ernährungsverhältnissen gemäß darbietet, besteht in einem reichlicheren Zusatze von unorganischen Salzen, vorzüglich von Kalk- und Talkerdeverbindungen, die ohnedieß in den meisten Speisen, wie in dem größten Theile der Körpersäfte enthalten sind. Der biegsame Knochen- und Zahnknorpel verbindet sich auf diese Art mit jenen Zusätzen, um seine Härte und Festigkeit zu erreichen. Die Aschenbestandtheile der menschlichen Knochen betragen im Durchschnitt 66,7% oder ⅔ der vollkommen trockenen Masse und doppelt so viel als die organischen Verbindungen. Sie steigen in den menschlichen Backzähnen, wenn man diese im Ganzen untersucht, auf 78,4% oder fast das Vierfache der feuerflüchtigen Elemente. Der härteste Theil von ihnen, der Schmelz, überschreitet noch diese ohnedieß schon so bedeutende Größe in beträchtlichem Grade, denn seine Asche gleicht 94%.

49 Das zweite Verbesserungsmittel, dessen sich die Natur bedient, ruht auf einer anderen Grundlage. Die Aschenbestandtheile erreichen zwar auch hier noch verhältnißmäßig hohe Werthe. Allein die Hauptursache der größeren Härte liegt in der Abnahme des Wassergehaltes und der Eigenthümlichkeit der organischen Masse. Während das Blut, das Zellgewebe, die Muskeln, die Sehnen und die Bänder, sobald man ihren feuchten Zustand zum Grunde legt, 0,48 bis 1,01% Asche führen, beträgt sie in dem Knorpel 2,25% und selbst 3 oder 4%. Der feste Rückstand jener Weichgebilde schwankt zwischen 20,2 und 33%; der der Knorpel dagegen ist 42,7%.

Die verhärtende organische Substanz tritt in den Horngeweben am deutlichsten hervor. Die ursprünglich weichen Zellen verhornen in ihren Wänden, ändern dabei ihre Form, platten sich ab und werden, wo es die

Nebenverhältnisse gestatten, lufttrocken. Sie verschmelzen überdieß in den dichteren Horngebilden, wie den Nägeln und Haaren, so innig, daß sie nur Schwefelsäure oder ein starkes Alkali vollständig sondern kann. Die Asche der Haare beträgt aber nur $\frac{1}{3}$ bis 1,8%[1]).

Geht der regelrechte Dichtigkeitsgrad eines Theiles verloren, so leidet auch hierunter seine Thätigkeit in entsprechender Weise. Die venösen Herzklappen schließen nicht mehr vollständig die Atrioventricularmündungen im Augenblicke der Kammerzusammenziehung, so wie sich bedeutende Kalkmassen in ihnen abgelagert haben. Sind unorganische Absätze der Art in den Wänden der Schlagadern vorhanden, so verlieren diese ihren nöthigen Grad von Elasticität. Störungen des Blutlaufes bilden dann die Folgen dieses Mißverhältnisses. Enthält ein Knochen zu viel Kalksalze, so wird er zu spröde. Sind sie dagegen in ihm in zu sparsamer Menge abgelagert, so mindert sich seine Widerstandskraft. Er biegt sich unter gewöhnlichen Lasten oder bricht bei geringen Anstrengungen. Die Verkrümmungen des Skelettes, welche die englische Krankheit oder die Knochenerweichung nach sich zieht, entstehen aus solchen Ursachen. Osteomalacische brechen schon nicht selten einen Knochen, sobald sie sich nur unvorsichtig im Bette umwenden.

Die Härte der Horngebilde steht mit ihrer Wasserdurchtränkung in umgekehrtem Verhältniß. Die Zellen vertrockenen um so stärker, je mehr sie verhornen. Gelingt es, ihnen eine größere Menge Wassers aufzudringen, so werden sie, wie das lange Eintauchen eines Fingers in Wasser am Einfachsten lehrt, weicher und nachgiebiger. Sie verlieren hierdurch einen Theil ihres Widerstandsvermögens und entsprechen daher ihrer Bestimmung in unvollkommenerem Maaße. 50

Da sie unsere äußere Körperoberfläche beschützen und hierbei häufig mit Feuchtigkeiten in Berührung kommen, so dienen zweierlei Verhältnisse, alle hieraus entstehenden Nachtheile zu verhüten. So leicht die Oberhaut Wasserdünste durchläßt, so schwer wird ihre Masse von tropfbar flüssigem Wasser bis zur vollständigen Durchweichung durchdrungen. Eigene Fettabsonderungen, die die Oberhaut und die Haare, nicht aber die Nägel einölen, machen sie nur noch unzugänglicher für den Eintritt wässriger Flüssigkeiten.

Während aber die Festgebilde unseres Körpers mit Wasser durchtränkt sind, führen umgekehrt die meisten Säfte dichte Stoffe als wesentliche Nebentheile. Sie werden daher zu *mechanischen Gemengen* chemischer Auflösungen und fester organisirter Theile. Das Blut, der Milchsaft, die Lymphe, die Milch enthalten auf diese Art eine große Zahl von Körperchen, die eine bestimmte Form in jeder dieser Flüssigkeiten annehmen. Sie treten dagegen in dem Speichel, der Galle und dem Harn in Verhältniß zu der reinen Lösung zurück und verschwinden fast gänzlich in der wässrigen Feuchtigkeit des Auges. Die ursprünglich flüssige oder halbfeste Fettabsonderung der Haut mengt sich nach ihrem Austritte in solchem Maaße mit losgestoßenen Epithelialblättchen, daß hierdurch eine Art von Salbe erzeugt wird. 51

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Werthe des *Wassers* (und der übrigen flüchtigen Stoffe) und des *festen Rückstandes*, die

[1]) von Laer in den Annalen der Pharmacie. Bd. XLV. 1843. 8. S. 178.

wir durch vollständiges Austrocknen eines organischen Theiles erhalten, statistische Größen sind und nicht aus einfachen Verhältnissen hervorgehen. Die flüssigen Säfte verlieren hierbei das Wasser ihrer Lösungen und ihrer Gemengkörperchen, die festen Gebilde dagegen die Feuchtigkeit, die in ihren Poren vorhanden ist, und die, welche sie als chemische Verbindungen führen. Dieser Unterschied ist aber insofern von Bedeutung, als wahrscheinlich nicht beide Factoren durch Veränderungen der Ernährungszustände gleichförmig zu- oder abnehmen.

52 Stellt man die Mittelgrößen, welche die festen Rückstände der vorzüglichsten Körpergebilde liefern, zusammen, so ergiebt sich eine doppelte Skalenreihe, deren Grenzscheide das Mutterfluidum aller Ernährungsvorgänge, das Blut, bildet. Die flüssigen bis halbflüssigen Theile führen größere, die festen dagegen kleinere Wassermengen, als die Blutmasse. Die krankhaften Ausscheidungen gehorchen ebenfalls noch diesem Gesetze. Es greift sogar so weit durch, daß die Durchtränkung der zarteren Weichgebilde mit viel Ernährungsflüssigkeit keine Ausnahmen von der Hauptnorm veranlaßt; man darf sich nur nicht hierbei auf bloße Einzelfälle beziehen, sondern muß die Mittelzahlen, die größere Beobachtungsreihen ergeben, berücksichtigen.

Die beiderseitigen Reihen sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Die mit Sternchen (*) bezeichneten Theile rühren von dem Pferde, die übrigen vom Menschen her.

Flüssigkeiten.			Blut.			Festgebilde.		
Theil.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.	Geschlecht.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.	Theil.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.
Schweiß	98,75 bis 99,50	0,50 bis 1,25.	Männer[1]	77,90	22,10.	*Lockeres Zellgewebe der Leistengegend	79,77	20,23.
Speichel	99,22	0,78.	Frauen	79,11	20,89.	Gehirnmasse im Ganzen	75,00 bis 80,00	20,00 bis 25,00.
Magensaft	98,73	1,27.	*Männliches Pferd	79,63	20,37.	*Ohrspeicheldrüse	78,64	21,36.
Wässrige Feuchtigkeit des Auges	98,10	1,90.				Muskeln	77,13	22,87.
Amnios-Flüssigkeit	97,94 bis 99,03	0,97 bis 2,06.				*Splenius capitis	75,66	24,34.
Fußlymphe	96,93	3,07.				*Leber	72,10	27,90.
Nasenschleim	93,37	6,63.				Ohrknorpel nach Chevreul	69,36	30,64.
Bauchspeichel (des Hundes)	91,28	8,72.						

[1]) A. Becquerel u. A. Rodier Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutes im gesunden und kranken Zustande. Uebersetzt von Eisenmann. Erlangen, 1845. 8. S. 22 u. 27.

Flüssigkeiten.			Blut.			Festgebilde.		
Theil.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.	Geschlecht.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.	Theil.	Wasser in %.	Fester Rückstand in %.
Same	90,00	10,00.				*Kniescheibenband	69,30	30,70.
Galle	87,56 bis 90,44	9,56 bis 12,44.				*Sehne des Tibialis antic.	66,95	33,05.
Milch	82,80 bis 91,40	8,60 bis 17,20 (nach Megenhofen selbst 21,30?)				*Nackenband	64,05	35,95.
						Sehnen	62,02	37,98.
						Leber	61,79	38,21.
						Krystallinse	58,00	42,00.
						Lederhaut	57,50	42,50.
						*Knorpel des Schulterblattes	57,30	42,70.
						*Frisch. lufttrockner Rippenknochen	14,56	85,54.

Die vom Pferde angegebenen festen Rückstände gestatten die beste wechselseitige Vergleichung, weil sie an einem und demselben Thiere gefunden worden sind. Die übrigen Werthe rühren nicht von mir her, sondern beruhen auf den Resultaten verschiedener Forscher, die man größtentheils in Berzelius Thierchemie bei der Behandlung der einzelnen Theile des Körpers genannt finden wird.

Ein Umstand kann leicht zu einem anderen Ergebniß, als das oben erwähnte, in solchen Beobachtungen führen. Sind nämlich die zu prüfenden Theile klein und leicht, so erzeugt natürlich die Unmöglichkeit, sie von Blut und zufällig anhaftenden Flüssigkeiten zu reinigen, große Unterschiede. Dieses scheint z. B. bei der von Lassaigne vorgenommenen Austrocknung der Netzhaut, nach der sie nur 7,1% fester Stoffe enthielt, der Fall gewesen zu sein. Das oben verzeichnete Zellgewebe des Pferdes gehört zum Theil in die gleiche Kategorie.

Da sich manche organische Gebilde, wie die Muskeln, während des Trockenens in geringem Grade zersetzen und flüchtige Verbindungen entlassen, so muß ihr Verlust etwas größer ausfallen. Der Unterschied ist jedoch meistentheils nicht so bedeutend, daß er sichere Ausnahmen von der Hauptnorm bedingt. Eben so wenig kann zu ihnen der Glaskörper des Auges, der nur 1,60% fester Stoffe führt, gerechnet werden, denn seine Hauptmasse besteht aus Flüssigkeit, die nur durch die strahlige oder zwiebelartige Anordnung dünner Häutchen zusammengehalten wird.

Daß die Mengen des Wassers in den flüssigen und halbflüssigen Ausschwitzungen die des Blutes in der Regel übertreffen, lehren folgende Beispiele:

Ausschwitzung.	Wasser in %.	Feste Stoffe in %.
Wassersucht der Seitenventrikel des großen Gehirns	98,83 bis 99	1,00 bis 1,17.
Inhalt der Hydatiden. . .	96,50 bis 98,46	1,54 bis 8,50.
Cystenwassersucht des Eierstockes [1])	86,76 bis 98,00	2,00 bis 13,24.

[1]) J. J. Scherer, Chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie, angestellt an den Kliniken des Julius-Hospitals zu Würzburg. Heidelberg, 1843. 8. S. 108 — 194.

Ausschwitzung.	Wasser in %.	Feste Stoffe in %.
Bauchwassersucht	90,27 bis 98,67	1,33 bis 9,73.
Brusthöhleuersudat . . .	92,80 bis 93,67	6,33 bis 7,20.
Empyem der Brusthöhle .	93,58	6,42.
Eiter	76,90 bis 90,70 Mittel 16,20	9,30 bis 23,10. Mittel 83,80.
Grützgeschwulst	88,31	11,69.

Der Wassergehalt der krankhaften Geschwülste wechselt in hohem Grade nach Verschiedenheit ihres Baues und ihrer Dichtigkeit. Er fällt immer in den kalkigen Ablagerungen gering aus und sinkt sogar nach Lassaigne und Henry in den Speichelsteinen des Pferdes auf 2,42 bis 3,00%.

53 Da die Wassermengen des Blutes, der Muskeln und der anderen Weichgebilde den schwächeren Wassergehalt des Skelettes zu ihren Gunsten ausgleichen, so steht die feste Masse des ganzen Körpers gegen die Summe seiner flüssigen Bestandtheile bedeutend zurück. Wollte man dieses an größeren Thieren anschaulich machen, so wäre die vollständige Austrocknung im Ganzen nur auf sehr umständlichem Wege möglich. Versuche der Art gelingen aber an kleinen Geschöpfen Der theoretische Schluß bestätigt sich auch dann auf das vollständigste. Ein unter Baumöl erstickter und abgetrockneter Frosch von 29,84 Grm. Körpergewicht z. B. enthielt 18,10% fester Stoffe. Seine Wassermenge betrug mithin das Vier- bis Fünffache der dichten Bestandtheile. Die Betrachtung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Organe wird uns klar machen, wozu diese großen Wassermengen dem Körper dienen.

54 Eigenschwere. — Ueberträfe immer das specifische Gewicht der festen Rückstände das des Wassers, so würden die Zahlen, welche die Eigenschwere der Theile in Verhältniß zu der des reinen Wassers ausdrücken,eine ähnliche Doppelreihe, wie die, welche §. 52. dargestellt worden, liefern. Da jedoch nicht das Fett diese Bedingung erfüllt, so müssen alle dichteren Gebilde, die sich durch einen großen Reichthum an öligten Bestandtheilen auszeichnen, auf die Seite der unter dem Blute stehenden Werthe hinübertreten. Diese Eigenschaft wirkt sogar auf die Gewichtsmengen der festen Rückstände zurück. Ihre geringe Schwere in dem Gehirn rührt wahrscheinlich größtentheils von dem Fettgehalte der Elemente desselben her.

Setzen wir die Eigenschwere des Wassers = 1, so erhalten wir:

Flüssigkeiten und fettreiche Gebilde.		Blut.		Feste Elemente des Körpers.	
Theil.	Specifisches Gewicht.	Geschlecht.	Specifisch. Gewicht.	Theil.	Specifisches Gewicht.
Menschenfett	0,932.	Mann	1,0602.	Muskeln [1])	1,0555 bis 1,073. Mittel 1,0643.
Gehirn	1,0343 bis 1,0415.	Frau	1,0576.	Schlagaderwände	1,06 bis 1,098.
Lymphe	1,037.			Venenwände	1,102 bis 1,106.
Frauenmilch	1,0280 bis 1,0345.			Krystalllinse	1,079.
Galle (des Ochsen)	1,026.			Aechter Knorpel	1,0883.
Amniosflüssigkeit	1,0092 bis 1,0182.			Knochen mit Mark und Beinhaut	1,2157 bis 1,4554.
Harn	1,005 bis 1,003.			Gereinigte Knochen	1,8777.
Magensaft	1,0050.				
Speichel	1,0043.				

Die Vergleichung dieser Tabelle mit der, welche die Wasserwerthe darstellt (§. 52), lehrt, daß die Muskeln den Verhältnissen des Blutes in beiderlei Beziehungen nahe stehen. Die später anzuführenden Thatsachen werden diese Aehnlichkeit noch ferner bestätigen.

Sind feste Gebilde mit Absonderungsflüssigkeiten oder einer größeren Menge von Ernährungsfluidum durchtränkt, so sinkt ihre Eigenschwere unter die des Blutes hinab. Die Wände des Leerdarmes ergaben auf diese Weise 1,0232 und die der Schleimhaut desselben nur 1,0053 (Huschke) [2]).

Das specifische Gewicht des ganzen Menschen wird nach Verschiedenheit der gegenseitigen Verhältnisse seiner Massen wechseln. Es muß mit der Stärke des Knochenbaues steigen und mit der Menge des Fettes ohne proportionelle Vermehrung der Skelettgebilde und der Muskeln sinken. Die genaue Ermittelung der Eigenschwere des Menschen und der lebenden höheren Wirbelthiere stößt auf so viele Schwierigkeiten, daß die Fehlerquellen des Apparates das Hauptresultat verwischen können. Einzelne Forscher glaubten daher gefunden zu haben, daß viele Menschen nur ein specifisches Gewicht von 0,8 bis 0,9 hätten. Allein die bekannte Erfahrung, daß die Meisten, ohne zu schwimmen, untersinken und daß der leichteste Gewebtheil, das Fett, 0,932 als Werth seiner Eigenschwere hat, zeugt schon gegen die Richtigkeit solcher Ergebnisse. Begründete Schätzungen oder indirecte Bestimmungen führen hier eher zum Ziele. Die mittlere Eigenschwere gesunder erwachsener Männer würde hiernach 1,066 betragen. Die des stillen Meerwassers erreicht aber nur einen Werth von 1,02 bis 1,03 und im Durchschnitt 1,062 (Harkneß). 55

Robertson fand durch Versuche, die er an zehn Menschen anstellte, daß drei von ihnen ungefähr das specifische Gewicht des Wassers hatten, einer aber etwas schwerer und

[1]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Auflage. Bd. I. S. 73. fgg.

[2]) S. T. v. Sömmerring, Lehre von den Eingeweiden und den Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet und beendigt von E. Huschke. Leipzig, 1844. 8. S. 10. 11.

zwei ein wenig leichter als dieses waren. Drei Andere ergaben sogar nur 0,8. Die Zahlen der übrigen lagen zwischen diesem Werthe und der höchsten Grenze. Das Mittel betrug bei 5 Fuß 6²/₃ Zoll englischen Maaßes Körperlänge, 146 Pfund Körpergewicht und 2,618 Cubikfuß Rauminhalt 0,891. Dalton [1]) glaubte daher zu der Erklärung Zuflucht nehmen zu können, daß die meisten Gewebe in solchem Maaße mit Luft durchdrungen seien, daß jene geringe Gesammtzahl des specifischen Gewichtes herauskomme. Die Unrichtigkeit, die sich aber wahrscheinlich in die Bestimmungen von Robertson einschlich, bestand in der Annahme eines zu großen Rauminhaltes, der als Divisor das Endresultat zu klein ausfallen ließ.

Die Schätzung von Baumgartner [2]), daß ein Mensch von 125 wiener Pfd. ein durchschnittliches Volumen von 2 Cubikfuß hat, scheint sich eher den Maximal- als den Mittelverhältnissen anzunähern. Wiegt ungefähr ein Cubikfuß Wasser 56½ Pfund, so hätte man eine Eigenschwere von 1,106. Die Annahme von Huschke, daß die des Menschen 1,0590 betrage, entspricht den gewöhnlichen Durchschnittsverhältnissen in höherem Grade.

Kommen aber die Zahlen 1,059 bis 1,066 der Wahrheit am nächsten, so nähert sich das specifische Gewicht des ganzen Menschen dem des Blutes. Dieses und die Muskeln, die beide ungefähr die gleiche Eigenschwere besitzen, bilden zusammen die Hauptmassen unseres Körpers. Das höhere Eigengewicht des Skelettes kann sich größtentheils durch das geringere anderer Gebilde, wie des Gehirns, der Absonderungen und der Ernährungsflüssigkeit, ausgleichen. Die Dienste, welche das tiefe Einathmen bei dem Schwimmen leistet, beweisen übrigens schon, wie sehr die in dem Körper enthaltenen Gase diese Verhältnisse ändern. Die Füllungsart des Nahrungskanals kann ebenfalls untergeordnete Schwankungen hervorrufen.

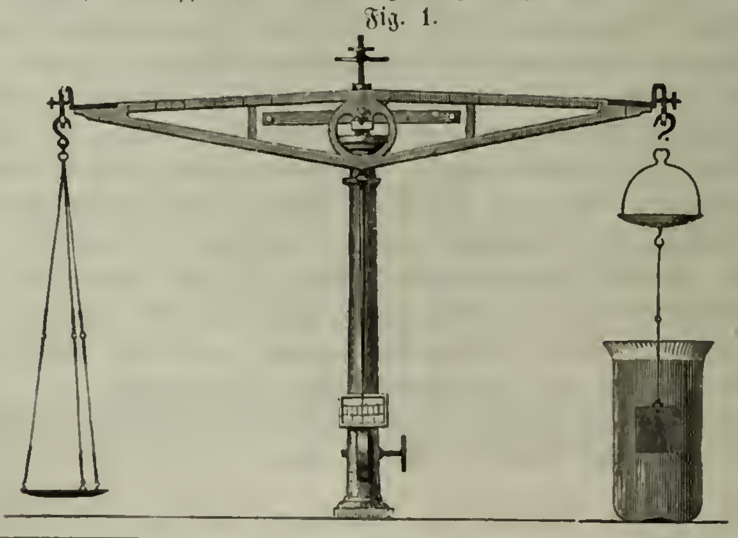
Es unterliegt keinem Zweifel, daß das specifische Gewicht der Thiere nach Verschiedenheit ihrer Bestimmungen wechselt. Die Nothwendigkeit des Fluges, des Sprunges, des Schwimmens und ähnlicher Bewegungsweisen wird auch die Eigenschwere herabsetzen, sie aber nie, wenn man von dem Gasgehalte der Athmungswerkzeuge absieht, unter 1 fallen lassen.

Frösche, die in der Begattungsumarmung begriffen sind, geben ein gutes Mittel, diese Verhältnisse in lebenden Geschöpfen zu prüfen. Man kann solche Paare, wenn sie an einem Faden hängen, in der Luft und im Wasser abwiegen, ohne daß sie die Beobachtung durch ihre Bewegungen unsicher machen. Vier Bestimmungen der Art ergaben mir im Durchschnitt 1,0373 und als beiderseitige Grenzen 1,0290 und 1,0490.

Anhang Nr. 1.

Was endlich die Methode solcher Gewichtsbestimmungen betrifft, so bedient man sich am besten der hydrostatischen Waage (Fig. 1.) zur Prüfung von ganzen Thieren

Fig. 1.



[1]) Froriep's Notizen für Natur und Heilkunde. Bd. XXXIV. Erfurt, 1832. 4. S. 236.
[2]) A. Baumgartner, die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien, 1834. 8. S. 94.

oder von größeren Knochen und Concrementstücken. Eine wie gewöhnlich gebaute genaue Waage trägt auf der einen Seite eine kürzere Schale, die aber eben so viel als die zweite wiegt und an ihrer Unterfläche mit einem Haken versehen ist. Man hängt an diesem die zu bestimmende Masse mittelst ausgekochter und getrockneter Pferdehaare auf. Bestimmt man nun das Gewicht in der Luft und hierauf, wie es Fig. 1 darstellt, im Wasser, so giebt der Quotient beider die gesuchte Eigenschwere. Das Wassergefäß muß aber verhältnißmäßig weit sein, damit nicht der untergetauchte Körper bei den Drehungen, die er während der Schwingungen der Waage macht, an den Wänden anstoße. Geschieht dieses so ist kein sicheres Resultat möglich. Will man Weichgebilde nach dieser Methode untersuchen, so muß man sich mit der Beobachtung möglichst beeilen, weil das Wasser Stoffe auszieht. Die Schärfe des Versuchs leidet aber hierdurch in jedem Falle Man bedient sich daher auch dann mit mehr Vortheil des Oeles statt des Wassers. Das gefundene specifische Gewicht hat natürlich die Einheit der Eigenschwere des Oels und muß durch eine Verbesserung auf die des Wassers zurückgeführt werden. Das unmittelbare Messen des Volumens der vorher gewogenen Körper führt zu keinen hinreichend genauen Endwerthen. Anhang Nr. 2.

Der Gebrauch des Nicholson'schen Aräometers führt dieselben Nachtheile wie die hydrostatische Waage mit sich. Die zu untersuchende Substanz muß auch hier ein Mal im Freien auf A und ein Mal in der Flüssigkeit in dem Körbchen CD abgewogen werden, bis in beiden Fällen das Instrument B bis zu einem bestimmten Zeichen O Fig. 2 einsinkt. Man müßte sich daher für ganz genaue Bestimmungen des Kopp'schen [1]) Volumometers bedienen.

Fig. 2.



Fig. 3.



Das beste Mittel zur Erforschung des specifischen Gewichts der thierischen Flüssigkeiten bilden sehr eichte, zu diesem Zwecke verfertigte Fläschchen mit eingeriebenen Stöpseln (Fig. 3), in denen man vergleichungsweise destillirtes Wasser und das zu prüfende Fluidum abwiegt. Der Behälter wird jedes Mal bis zum Ueberlaufen gefüllt und dann äußerlich nach dem Einstoßen des abgeriebenen Stöpfels sorgfältig abgetrocknet. Kleine Ballons, die auf zarten Messinggestellen stehen, können eben so gut dienen. Man trocknet sie zwischen den einzelnen Wägungen dadurch aus, daß man sie erwärmt und mittelst einer eingebrachten Glasröhre Luft durchzieht.

Sind die Skalenaräometer (AC Fig. 4), die häufig für die specifischen Gewichtsbestimmungen der thierischen Flüssigkeiten gebraucht werden, genau gearbeitet, so geben sie zwar gute allgemeine Werthe, sie eigenen sich jedoch in der Regel nicht, um feine Unterschiede aufzufinden, weil meist nicht ihre Skalentheilung AOXB sorgfältig genug und die Grundbestimmung, für die sie berechnet sind, wandelbar ist. Die Methode, einen festen Körper, z. B. einen Glaszapfen, auf der hydrostatischen Wage im Wasser und in einer thierischen Flüssigkeit zu wiegen, ist schon viel sicherer, aber auch bei der Mannichfaltigkeit der Operationen beschwerlicher. Anhang Nr. 11.

Fig. 4.



Man kommt fast nie in den Fall, das specifische Gewicht von Gasen, die im gesunden oder kranken Körper auftreten, zu bestimmen. Sie finden sich auch meist in verhältnißmäßig so geringer Menge, daß die Untersuchung keine scharfen Resultate liefern kann. Will man aber den Versuch anstellen, so pumpt man einen mit einem luftdichten Hahn versehenen Ballon, so sehr als möglich, aus, bestimmt sein Gewicht unter gewissen Vorsichtsmaaßregeln und wiederholt dies, nachdem man ihn mit der vorher getrockneten Gasart gefüllt hat oder wiegt gegenseitig zwei gleich große Ballons, von denen der eine mit getrockneter Atmosphäre, der andere mit der getrockneten Luftart gefüllt ist, ab. Eine genauere Beschreibung dieser letzteren von Regnault gebrauchten Methode, die bei gehöriger Vorsicht die schärfsten Resultate

[1]) Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie, für deutsche Verhältnisse frei bearbeitet von Joh. Müller. Erste Aufl. Braunschw., 1842. 8. Bd. I. S. 159. Fig. 151.

liefert, findet sich in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Vol. XIV. 1845. 8. p. 211—238. Die Capacität der zu solchen Forschungen gebrauchten Ballons beträgt in der Regel 10 Litres.

Da die Temperatur das Volumen verändert, so darf man bei genauen Bestimmungen der specifischen Gewichte nie vergessen, diesen Umstand in Rechnung zu bringen oder wenigstens anzugeben. Die Verschiedenheit des Luftdruckes wirkt auf feste und flüssige Körper in so geringem Grade, daß man sie hier außer Acht lassen kann. Sie muß dagegen bei allen Verhältnissen der Gase eben so gut, als die Wärme berücksichtigt werden. Die Reduction für die Eigenschwere im luftleeren Raume würde zu einer bloßen Rechnungsspielerei ausarten, wenn man sie bei so kleinen Körpern, als die organischen Theile sind, anwenden wollte.

56 Das specifische Gewicht des Menschen kann in seltenen Fällen durch Fettablagerungen in dem Grade verringert werden, daß es endlich bis zu dem des Wassers herabsinkt. Nehmen wir die Eigenschwere des mittleren gesunden Mannes zu 1,066 und die des Fettes zu 0,932 an, so wird dieses Ziel erreicht, wenn die abgelagerte Fettmenge $^{24}/_{25}$ des ursprünglichen Körpergewichtes beträgt. Sind die übrigen Organe und vorzüglich die Knochen von vorn herein leichter, so braucht natürlich nicht das Fett jene bedeutende verhältnißmäßige Größe zu erlangen.

Anhang Nr. 3.

Der Gebrauch der Korkschürzen bei dem Schwimmen [1]) und der Schwimmschuhe [2]), mittelst denen man selbst bei gehöriger Geschicklichkeit das Wasser überschreitet, beruht auf ähnlichen Verbesserungen. Soll das Untersinken vollkommen verhütet werden, so muß die Korkschürze die Eigenschwere so sehr vermindern, daß sie unter 1 sinkt. Die zahlreichen Luftmassen, die ihre mikroskopischen Zellenräume ausfüllen, machen dieses, wenn der Umfang groß genug ist, leicht möglich. Die Schwimmschuhe müssen außerdem gleich Kähnen, ausgedehntere Lufträume über sich haben.

Die Kraft, mit welcher ein Mensch durch eine Korkschürze über dem Wasser gehalten wird, läßt sich nach mechanischen Grundsätzen berechnen. Wiege ich z. B. entkleidet 54 Kilogramme, so würde mich eine 2 Kilogramm schwere Schürze der Art, wenn mein specifisches Gewicht 1,066 und das des Korkes 0,24 betrüge, mit einer Gewalt von 2,991 Kilogr. über dem Wasser schweben lassen.

Anhang Nr. 4.

Festigkeit und Zusammenfügung.

57 Die organischen Gebilde verdanken einen ihrer Hauptvorzüge dem berechneten Maaße ihrer Wasserdurchtränkung. Der dichte Rückstand des Eiweißes, des Faserstoffes, des Käsestoffes und überhaupt der meisten Substanzen, die zum Aufbau unseres Körpers gebraucht werden, ist hart und spröde, wie Glas. Die Masse wird aber durch die Einsaugung von Wasser weicher und biegsamer. Ueberschreitet nicht die Feuchtigkeit, die sie aufgenommen hat, eine gewisse Grenze, so können hierdurch Festigkeitsgrade, welche die einzelner Metalle übertreffen, erreicht werden. Dieser Fall tritt aber in vielen unserer Gewebtheile ein.

Die Natur erlangt noch hierbei einen wesentlichen Nebenvortheil. Ihre Apparate werden nicht nur nachgiebiger, sondern auch leichter. Sie können daher vielseitiger wirken, haben weniger an ihrer eigenen Last zu

---

[1]) Baumgartner a. a. O. S. 97. 98.

[2]) (Balchen und Kjellberg) Dingler's polytechnisches Journal. 1844. Bd. 94. S. 162.

tragen und sind eher im Stande, im Wasser und in der Luft zu arbeiten. Das Schwimmen und das Fliegen ist nur durch diese Einrichtung kleinen Geschöpfen von verwickeltem Baue möglich geworden.

Die meisten organischen Stoffe, die bedeutende Rollen in dem Organismus des Menschen übernehmen, saugen das Wasser mit großer Begierde von selbst ein. Der vollkommen getrocknete Rückstand des Eiweißes oder des Blutes wird deshalb schwerer, so wie er einige Zeit an der Luft steht; der des Harns oder der Galle nimmt so viel Feuchtigkeit auf, daß er binnen Kurzem biegsam wird oder gar zerfließt. Diese hygroskopische Beschaffenheit rührt von der chemischen Eigenthümlichkeit der Stoffe selbst her. Sie muß aber noch durch den Bau der organischen Theile begünstigt werden. Da sie aus vielen an einander gehäuften mikroskopischen Gebilden bestehen, so bleiben sehr kleine Räume zwischen ihnen übrig. Diese haben aber immer die Neigung, Feuchtigkeit der Luft zu verdichten, so lange sie nicht vollständig mit Wasser gefüllt sind. Denn jedes sehr feine Pulver eines Körpers erhält auf solche Art hygroskopische Kräfte. Die letztere Thatsache scheint es zu erklären, weshalb trockene Horngebilde, wie Haare, Federkiele, Fischbeinstäbchen oder selbst feste organische Gewebe, wie Knochen, ihre Formen nach Verschiedenheit des Feuchtigkeitsgrades der Luft ändern.

Die Physiker suchten schon lange diese Eigenthümlichkeiten der trockenen organischen Gebilde zu ihren Zwecken zu benutzen. Man verfertigte deshalb nicht selten aus ihnen Hygrometer. Thierische Blasen (Wilson), Darmsaiten (Lambert), Knochen, Federkiele, Fischbeinstäbe und Haare dienen am häufigsten zu solchen Vorrichtungen.

58 Ursachen der Festigkeit. — Der Wassergehalt übt zwar einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeitsgrade der verschiedenen Gewebe aus. Sie hängen jedoch nicht bloß von ihm, sondern auch von der Anordnung und Verflechtung der mikroskopischen Elemente und der Molecularbeschaffenheit ihrer Theile ab. Die härtesten Werkzeuge unseres Körpers, die Knochen, führen allerdings die geringste Menge von Feuchtigkeit (§. 53.), die Knorpel, die Sehnen, die Lederhaut und die Bänder enthalten schon weniger festen Rückstand, als die Skeletttheile; sie übertreffen aber in dieser Hinsicht die weicheren Muskeln und die noch nachgiebigeren Gebilde, wie z. B. den Glaskörper des Auges.

Der Wassergehalt der verschiedenen Apparate wächst oder sinkt jedoch nicht in demselben Grade, als ihre Festigkeit ab- oder zunimmt. Die weiche Linse hat fast denselben Werth, wie die Lederhaut, die Leber den gleichen, wie die Sehnen. Es müssen daher noch andere Rücksichten die beiden Factoren des Feuchtigkeitsgehaltes und der mechanischen Widerstandskraft bestimmen.

59 Die zweckmäßige Anhäufung zahlreicher mikroskopischer Gebilde, wie wir sie in den Organen der lebenden Geschöpfe vorfinden, begünstigt die Herstellung von Massen, die einen kräftigen Widerstand dem Zuge entgegensetzen. Die Seide, die Sehnen und die Riemen können uns die Vortheile, die hierdurch erreicht werden, am Anschaulichsten machen. Vergleicht man nur ihren Querschnitt mit den Lasten, die sie zu tragen im Stande sind, so stehen sie allerdings manchen Metallen an absoluter Festigkeit nach. Anders dagegen verhält sich die Sache, wenn man auch ihr Gewicht in Erwägung zieht. Ein dünner Seidenfaden von 1 Quadrat Millimeter Querschnitt trägt z. B. 28 Kilogramm, ein Kupferdrath von gleichem Durchmesser 27,46 Kg. Die Eigenschwere des Letzteren ist aber 8 bis 9 Mal so groß, als die des Ersteren. Es läßt sich auf solche Weise be-

Anhang Nr. 5. rechnen, daß ein Faden roher Seide eben so viel trägt, als ein 2 bis 3 Mal so schwerer Eisendrath von dem gleichen Umfang.

Ein Strick hält um so fester, je feiner die Fäden sind, aus denen er besteht. Klobenseile leisten daher in Bergwerken eben so viel, als die dickeren und schwereren Treibseile, die aus gröberen Fäden zusammengesetzt sind.[1]) Die Natur gewinnt daher in dieser Hinsicht durch die außerordentliche Feinheit, welche die letzten Elemente der Sehnen, der Bänder, des Zellgewebes besitzen. Sie gleicht hierdurch wahrscheinlich einen anderen Uebelstand, den die Wasserdurchtränkung mit sich führt, aus, denn lufttrockene Stricke sind fester, als nasse.

Wir würden aber irren, wenn wir annähmen, daß die Gebilde unseres Körpers ohne Weiteres möglichst fest gemacht worden sind. Die Muskeln liefern uns ein deutliches Beispiel, wie auch hier jede Nebenkraft benutzt wird, um Alles nach dem Grundsatze der größten Sparsamkeit einzurichten.

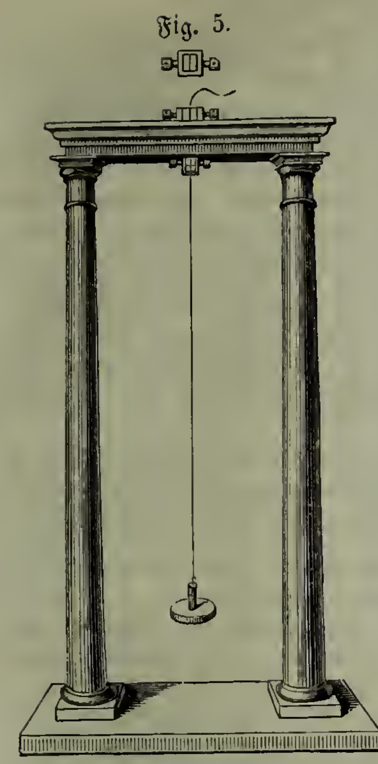
60 Zieht sich ein Muskel zusammen, so kann er unter manchen Verhältnissen eine so bedeutende Kraft entwickeln, daß er die von ihm ausgehende Sehne zerreißt oder den entsprechenden Knochen zerbricht. Derselbe Theil aber, der im Leben die stärksten Zugwirkungen ausübt, hat in der Leiche nach dem Schwinden der Reizbarkeit einen so geringen Grad absoluter Festigkeit, daß er in dieser Hinsicht selbst den Nerven bedeutend nachsteht. Seine Verkürzung oder die Kraft, mit der sich seine Molecüle in diesem Zustande anziehen, sorgt auch von selbst für den dann nothwendigen Grad von Halt. Sie kann daher bei jeder Zerrung des Muskels in Anspruch genommen werden. Eine große absolute Festigkeit war nicht bloß überflüssig, sondern hätte auch die Nothwendigkeit der Gegenwirkung lebendiger Kräfte in den Hintergrund gedrängt.

Die Nerven liefern ein gewissermaßen entgegengesetztes Beispiel. Ihr öligter Inhalt konnte keiner irgend bedeutenden Zugwirkung, wie sie bei einzelnen Stellungsveränderungen oder gar bei der Ausdehnung durch Geschwülste vorkommt, widerstehen. Er wird daher nicht bloß durch seine Begränzungshaut in jeder mikroskopischen Nervenfaser zusammengehalten, sondern das Zellgewebe des Neurilem bildet ein neues Schutzmittel. Berücksichtigen wir aber, daß die Fäden des Bindegewebes dieselbe Gestalt und fast den gleichen Durchmesser, als die der Sehnen haben, so kann man annehmen, daß die absolute Festigkeit der Nerven zwischen der der Muskeln und der der Sehnen stehen wird. Die Erfahrung scheint diesen Schluß zu bestätigen.

Die absolute Festigkeit der thierischen Weichgebilde kann in ähnlicher Weise, wie die der Dräthe ermittelt werden. Man befestigt z. B. zu diesem Zwecke die zu untersuchende Sehne mittelst Stricke oder Fäden an einem Haken, der in der Mitte des Querbalkens eines dachartigen Gestelles angebracht ist und hängt unten eine hinreichend starke, vorher gewogene Schaale an (Fig. 5). Nun werden Gewichte so lange aufge-

[1]) J. v. Gerstner Lehrbuch der Mechanik. Prag, 1832. 4. Bd. I. S. 245.

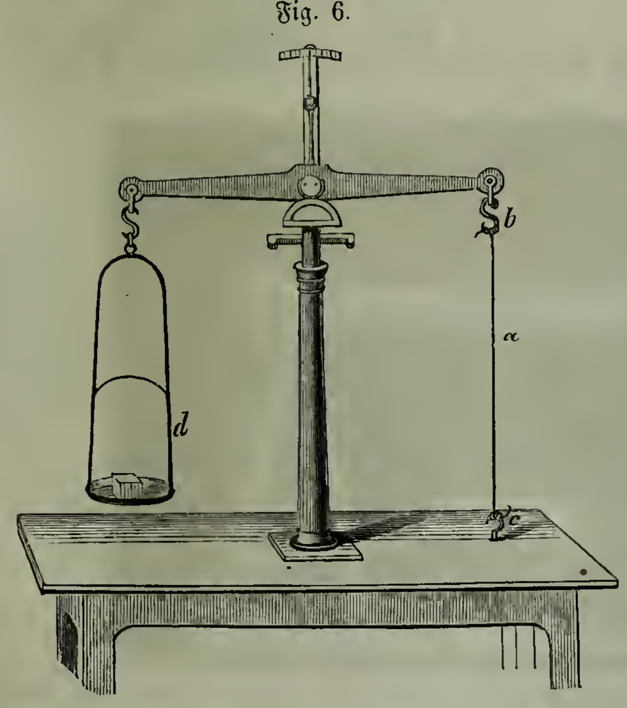
Fig. 5.



legt, bis die Sehne vollständig durchreißt. Kennt man die Breite und Dicke des möglichst gleichförmig zu wählenden organischen Theiles und das Gewicht, bei dem er zerreißt (nämlich das der Waagschale plus dem der zuletzt aufgelegten Last), so läßt sich aus dieser Gränze seines Widerstandes berechnen, wie groß sein Festigkeitsmodulus für einen Querschnitt von bestimmter Größe sei. Vergleicht man aber diese Einheitswerthe verschiedener Theile unter einander, so weiß man, um wie viel der eine den anderen an absoluter Festigkeit übertrifft.

Da jeder frei herabhängende Körper von seinem eigenen Gewicht gezogen wird, so müßte man auch dieses Verhältniß, wenn man mit möglichster Schärfe verfahren wollte, in Betracht ziehen. Denn ein sehr langer dünner Metalldrath kann schon, wenn er vollkommen frei an dem einen Ende aufgehängt ist, durch seine eigene Schwere reißen. Dieser Umstand übt aber einen sehr geringen Einfluß auf die leichten und kurzen thierischen Theile aus. Man läßt ihn daher ohne erheblichen Fehler in allen Bestimmungen der Art unberücksichtigt. — Eine zweite Methode, um in dieser Hinsicht dünne Stränge, wie Abschnitte kleiner Fäden, feine Seidenschnüre und ähnliche Körper zu prüfen, besteht darin, daß man eine gute und dauerhafte Wage, die eine bedeutende Strecke in die Höhe geschraubt und hier festgestellt werden kann, gebraucht. Man nimmt die eine Schaale hinweg und bringt den Prüfungsstrang *a* (Fig. 6) zwischen dem für sie bestimmten Haken *b* des Wagebalkens und einem zweiten Haken *c*, der senkrecht unter diesem in dem Tische eingeschraubt ist. Der Theil muß hier gerade ausgedehnt, nicht aber bedeutend gezerrt sein. Nun wird die Wagschaale *d* so lange belastet, bis *a* durchreißt. Das Gewicht von *d* und der aufgelegten Last giebt wiederum die Größe des Widerstandes. Diese Prüfungsweise hat den Vortheil, daß die Schwingungen und Drehungen, welche bei der ersten Methode vor dem Abreißen eintreten, vermieden werden. Sie erfordert aber viele Vorsicht, vorzugsweise müssen die beiden Hälften des Wagebalkens gleich lang und in gegenseitigem Gleichgewichte und der Strang *a* nur unter rechtem Winkel befestigt sein. Man darf aber nicht die Lasten in beiden Untersuchungsarten, besonders gegen Ende des Experimentes, mit Gewalt auf die Schaale werfen.

Fig. 6.



Versuche [1]), die an der 8 Tage alten Leiche einer 40jährigen Frau angestellt wurden, Anhang Nr. 5.

[1]) Aeltere ähnliche Erfahrungen, die jedoch keine Einheitsreduction gestatten, s. in Haller, De partium c. h. fabrica Tom. I. Bernae, 1777. 8. p. 142 et 242.

ergaben, daß die Haut der Schenkelvene 2,8 Mal, dünne Nervenzweige des Oberschenkels durchschnittlich 8 Mal, die Sehne des Palmaris 11,4 Mal und die des Plantaris 17,5 Mal so fest, als die Muskelsubstanz des Schneidermuskels war. Hatte auch vielleicht der letztere in Folge der Fäulniß stärker, als die zellgewebigen Gebilde der übrigen geprüften Organtheile und die Sehnen gelitten, so konnte doch nicht diese Verschiedenheit so tief eingreifen, daß sich hierdurch das Hauptergebniß wesentlich abänderte.

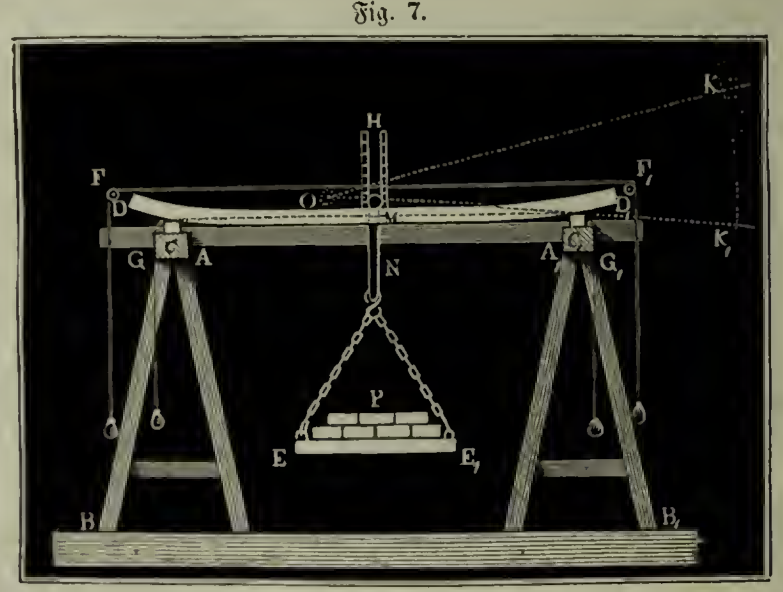
Die Achillessehne trug mehr, als 250 bis 300 Kilogramme. Ihr häutiger dem Gastrocnemius aufliegender Theil riß einmal bei 164 Kilogr., weil hier vorher die eingeflochtenen Stricke eingeschnitten hatten. Nimmt man 15 Millim. als mittlere Dicke derselben an ihrer dünnsten Stelle an, so läßt sich aus dem gefundenen Festigkeitsmodulus der Sehne des Plantaris berechnen, daß die Achillessehne selbst jener Leiche 400,08 Kilogramme oder mehr als das Siebenfache des Körpergewichts einer 40jährigen Frau tragen würde. Das vordere obere Verstärkungsband der Hüftgelenkkapsel ging, nach Hyrtl[1]), bei ungefähr 350 Kilogrammen von seinem Ansatze los, es riß aber nicht dabei in seiner Masse durch.

Eine zum Vergleich geprüfte Seidenschnur war ungefähr noch ein Mal so fest, als die Sehne des Plantaris. Eine Parallele der Festigkeit der fasrigten Gebilde mit Stricken stößt deshalb auf Schwierigkeiten, weil die Angaben, welche die Mechaniker über die Letzteren machen, in zu bedeutenden Grenzen schwanken. Die Sehnen der achttägigen Leiche standen noch etwas hinter der Festigkeit von Bleidräthen zurück und wurden von der von Kupfer- oder Eisendräthen in bedeutendem Grade übertroffen.

Der Mangel an Untersuchungen über die Festigkeitsverhältnisse der Knochen bildet eine wesentliche Lücke der Physiologie und selbst der Chirurgie. Man weiß nur durch Bevaw, daß die absolute Festigkeit der Knochen 25,11 bis 50,70 Kilogr., mithin im Durchschnitt (= 37,91) größer, als die der Seide, des Kupfers und der dichtesten Hölzer, wie des Guajac ist. Es wäre aber hier nicht bloß die absolute, sondern auch die relative und die rückwirkende Festigkeit zu bestimmen. Man könnte sich zur Ermittelung jener und des Biegungsmomentes ähnlicher Vorrichtungen, wie Eytelwein und Gerstner zu gleichen Zwecken bei Hölzern und anderem Baumaterial gebrauchten, bedienen.

Ein Apparat der Art ist z. B in Fig. 7 abgebildet. Zwei Böcke AB und A_1 B_1 mit ihren Eisenlagern CC_1 tragen den zu prüfenden Körper von bestimmter Form DD_1.

Fig. 7.



Eine ihrem Gewichte nach bekannte Wagschaale EE_1 hängt an einem Bügel MN, dessen oberer abgerundeter Theil in der Mitte M des Prüfungskörpers aufliegt. Will man nun die Biegung, welche die Gewichte P veranlassen, finden, so bringt man entweder die

[1]) Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien. Bd. III. Wien 1846. 8. S. 52.

Skale *MH* an und spannt feine Horizontalfäden FF_1 und GG_1 aus oder befestigt in der Nähe von *M* einen einarmigen Fühlhebel KOK_1, dessen Skale z. B. den Ausschlag 15 Mal verstärkt. Es versteht sich von selbst, daß dieser oder ähnliche Apparate [1]), die zur Ermittelung der verschiedenen Festigkeitsarten bestimmt sind, Nebenveränderungen nach Verschiedenheit der Formen und der Höhlungen des Knochens erleiden müßten.

61 Die Größe, Gestalt und Anordnung vieler Gebilde übt einen Einfluß auf manche Festigkeitsverhältnisse aus. Eisendräthe derselben Fabrik zeigen einen größeren absoluten Festigkeitsmodulus, wenn ihr Durchmesser weniger, als 1 Millimeter, als wenn er 2 bis 4 Millimeter beträgt[2]). Anhang Nr. 5. Eines meiner Kopfhaare, die im Ganzen spröde und trocken sind, war beinahe 4 Mal und ein gelber Faden roher Mailändischer Seide, der, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, 8 bis 10 feinere Fäden enthielt, 10 Mal so stark, als ein Bleidrath und noch etwas fester, als ein Kupferdrath, wenn man die Festigkeitsmoduli ohne weitere Nebenveränderung auf eben so kleine Durchmesserwerthe zurückführt[3]). Die platten Sehnen gewinnen eben so durch ihre Form an Tragkraft. Denn Seilbänder, wie man sie in den meisten englischen Kohlenbergwerken anwendet, haben eine größere Stärke, als gewöhnliche runde Stricke.

62 Ein Seil trägt mehr, als die Summe seiner Fäden, wenn sie neben einander aufgehängt wären, aushalten würde. Die Technik bedient sich daher zweierlei Mittel, um die Widerstandskraft dünner Fäden oder Dräthe zu erhöhen. Man flicht sie, wie in den gewöhnlichen Stricken zusammen oder umgiebt ein Bündel mit einem spiralig herumgehenden Bande. Die Tragseile der Eisendrathbrücken können uns diesen zweiten Fall am besten versinnlichen.

Beide Methoden sind auch in unserem Körper angewendet, die erstere z. B. in den Gefäßwänden, die letztere in den Sehnen, den Bändern und dem Zellgewebe.

Soll die Drehung eines Strickes keinen Festigkeitsverlust nach sich ziehen, so darf sie nicht mehr, als $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Länge verzehren. Der Bau der Gefäßwände lehrt, daß auch hier sehr wenig an der beabsichtigten Ausdehnung durch die Verflechtungsweise verloren geht. Die meisten Fäden verlaufen in Schraubenwindungen um die Achse des Rohres. Die Erhebungen der Spiralen sind aber entweder so groß oder so klein, daß viele Elemente in kleineren Bruchstücken als bloße Längen- oder Quer-

---

[1]) Vergl. z. B. die Abbildung in J. v. Gerstner's Handbuch der Mechanik. Prag, 1833. 4. Atlas Tab. 16. Fig. 1 — 4.

[2]) Vergl. z. B. die bei Gelegenheit der Genfer Eisendrathbrücken von Dufour angestellten Versuche in Gerstner a. a. O. Bd. I. S. 258 und Karmarsch in Prechtl's polytechnischem Journal, Bd. 18. S. 63.

[3]) Setzt man das spec. Gew. der Seide, was nur wenig zu niedrig ist, = 1, so würde sich aus meinen Prüfungen (Anhang Nr. 5) ergeben, daß er erst im Mittel bei einer Länge von 28050 Meter durch sein eigenes Gewicht abreißen könnte. Wilh. Weber (Poggendorff's Annalen. Bd. XXIV. Leipzig, 1835. 8. S. 250. und Commentationes Gottingenses recentiores. Vol. 8. Gottingae, 1841. 4. p. 55) fand nach einer anderen Bestimmungsmethode 27414 oder 27581 Meter. Obgleich die Festigkeit eines Seidenfadens im Durchschnitte 3 Mal so gering, als die eines Eisendrathes ist, so würde dieser doch schon bei weniger als der halben Länge durch seine Schwere zerreißen, weil sein specifisches Gewicht beinahe das $7^1/_2$fache von dem der Seide beträgt.

fasern erscheinen. Wollte man den Vorschlag mehrerer Mechaniker, schlauchförmige Stricke zu verfertigen, in Anwendung bringen, so könnten die Gefäßwände mit ihrer Fadendurchflechtung die besten Muster liefern.

Die Umhüllungs- oder Kernfasern (a Fig. 8.) umgeben bisweilen die Bündel des Zellgewebes, der Sehnen und der Bänder, wie in den Tragseilen der Drathbrücken. Die Umwickelung ist aber oft unregelmäßiger und nie so dicht, als in unseren künstlichen Vorrichtungen. Das Letztere hängt vielleicht mit den Festigkeitsverhältnissen des Umhüllungsbandes zusammen.

Fig. 8.



Die ausführliche Betrachtung des Skelettes, die in die Lehre von den Bewegungen gehört, wird uns mehrfache Gelegenheit geben, die Vortheile, welche die Form und die Höhlenbildung der Knochen für ihre Festigkeitsverhältnisse darbietet, kennen zu lernen.

63 Maaß der Festigkeit. — Es versteht sich von selbst, daß jeder unserer Körpertheile eine größere Widerstandskraft, als gewöhnliche Fälle in Anspruch nehmen, besitzt. Wenn z. B. die nicht ganz frische Achillessehne mehr, als das Siebenfache des Körpergewichts aushält, so ist selbst jede Gefahr des Risses unter sehr bedeutenden Belastungen des Körpers beseitigt. Die Aorta eines kräftigen Mannes berstet erst (nach älteren Beobachtungen) bei ungefähr 60 Kilogramm Druck. Der Mensch kann daher den Drang des Blutes zu diesem Hauptgefäße durch das Laufen, das Springen oder das plötzliche Untertauchen unter kaltes Wasser vergrößern, ohne daß die gesammte Widerstandskraft desselben in Anspruch genommen, geschweige denn überwunden wird. Sinkt sie dagegen krankhafter Weise durch Verdünnung oder Verkalkung der Wände, so werden Unglücksfälle eher eintreten.

Gewalten, die plötzlich wirken, zerbrechen härtere und wasserärmere Theile leichter, als weichere und nachgiebigere. Ein Mensch, der von einer Höhe herabfällt, zersplittert sich einen oder mehre Knochen in beträchtlicher Ausdehnung, während die Weichgebilde nur an der Verletzungsstelle gespalten werden. Ein Kniescheibenbruch ist aus demselben Grunde häufiger, als ein vollständiger Querriß des Kniescheibenbandes.

64 Die Natur benutzt bisweilen zu bestimmten Zwecken den ungleichen Kampf eines zu geringen Widerstandsvermögens gegen stärkere Druckkräfte. Der Austritt der Eichen aus den Graaf'schen Follikeln giebt uns hierfür den deutlichsten Beleg. Der verstärkte Blutzufluß, den die Regeln oder die Brunst in dem Eierstocke anregen, läßt eine Ausschwitzungsmasse im Grunde des reifen Follikels absetzen. Da nun keine entsprechende Menge des Follikularinhaltes verschwindet, so wird dieser gegen den Punkt des geringsten Widerstandes, d. h. gegen den Gipfel des frei hervorragenden Follikels getrieben. Seine Haut und der Bauchfell-

überzug bersten endlich an dem höchsten Punkte, um das mikroskopische Eichen zu entlassen. Man hat diese und ähnliche Erscheinungen mit dem Namen der Deshiscenz bezeichnet (Carus). Es muß aber noch dahingestellt bleiben, ob das mechanische Verhältniß durch eine Aufsaugung der Masse der geringsten Widerstandsstellen begünstigt wird oder nicht.

Zusammenfügung. — Die einzelnen Gebilde unseres Körpers sind durch physikalische oder physikalisch-chemische Mittel an einander gefügt. Wir werden später sehen, daß der Druck der atmosphärischen Luft die Gelenke unseres Körpers zusammenhält, seine luftdicht geschlossenen Höhlen überhaupt beengt und jeden unnützen Raum unmöglich macht. Sollten aber die feineren Gewebtheile allen Forderungen genügen, so mußten sie auf andere Weise verbunden werden. 65

Die Natur benutzt hierzu die Massen, die nicht unmittelbar in bestimmt geformte Festgebilde übergehen. Handelt es sich nur um eine nachgiebige Vereinigung, so reicht die eiweißhaltige Ernährungsflüssigkeit hin, die Theile zusammenzukleben. Die verschiedenartig verlaufenden Faserbündel des Zellgewebes bilden zwar hierdurch ein Ganzes in jedem Organe. Ihre Verbindung ist aber so locker, daß es durch fremde feste Körper, wie Kugeln, in langen Strecken durchsetzt werden kann. Wird eine stärkere Vereinigung nothwendig, so lagert sich wahrscheinlich eine eigene dünne Schicht eines Leimes ab oder es greifen die Elemente mit ihren Unebenheiten auf das Innigste in einander. Die Anheftungsweise der Sehnen an die Muskeln und die Knochen gehört z. B. hierher. Ein Gewebtheil setzt sich dagegen nie zu diesem Zwecke in einen anderen verschiedenartigen unmittelbar fort. 66

Nimmt man an, daß eine feine Lage einer Verbindungsmasse einzelne Theile zusammenkittet, so läßt sich das Verhältniß auf eine bekannte physikalische Erscheinung zurückführen. Zwei Bretter, die gehörig durch eine dünne Leimschicht zusammengehalten werden, brechen eher in ihrer Masse, als an ihrer Vereinigungsstelle. Die zarte Lage von Leim macht, daß nur der Grad der Anheftung ihrer Molecüle an die des Holzes in Betracht kommt. Er ist aber stärker, als der der Holztheile unter einander. Bringt man dagegen eine dickere Leimmasse zwischen den beiden Bruchstücken an, so bricht sie zuerst, weil die gegenseitige Anziehung ihrer eigenen Atome den verhältnißmäßig geringsten Grad von Festigkeit darbietet. Die Knorpel sind deshalb auch spröder, als die Verbindungsstellen der Sehnen und der Muskeln oder der Bänder und der Knochen. 67

Ist der Zusammenhang gesunder Theile gestört worden, so verkittet sie wieder der nachfolgende Heilungsproceß auf das Innigste mit einander. Der Callus wird sogar dann fester, als der Knochen, dem er angehört, und die Narbe stärker, als die Weichgebilde, die sie zusammenhält. Neue Verletzungen trennen eher die gesunden Gebilde, als die Wiederherstellungsgewebe. 68

War aber der Organismus des Verwundeten ohnedieß krank, unterlagen seine Ernährungsverhältnisse tieferen Störungen, so kommt es nicht selten zu keiner dichten Vereinigung. Der Knochenbruch hat dann ein

künstliches Gelenk und die Verletzung der Weichtheile ein Geschwür zur Folge. Spätere Leiden können sogar noch ähnliche Erweichungen normaler Narbengebilde veranlassen. Wird ein Mensch dyscrasisch, so geht oft sein Callus in eine Knorpelmasse über, eine alte feste Narbe bricht bisweilen unter solchen Verhältnissen vollständig auf.

Nachgiebigkeit und Elasticität.

69 Nachgiebigkeit. — Alle flüssigen Massen haben einen so lockeren Zusammenhang ihrer Atome, daß sie durch die geringste Kraft verschoben werden können. Wollte daher die Natur die spröden trockenen Grundkörper, die sie zum Aufbau der organischen Theile benutzt, nachgiebig machen, so erreichte sie dieses am Einfachsten, wenn sie die Festgebilde mit Wasser durchtränkte. Die Zerstörung, die sonst durch Druckkräfte vielfacher Art drohte, wurde auf diese Weise beseitigt. Es war jedoch hiermit noch nicht allen Foderungen genügt. Es mußten die organischen Theile die Eindrücke, die sie empfangen haben, ausgleichen können. Die Elasticität, die einzige Art von Selbstverbesserung, die den unorganischen Massen verliehen ist, konnte den labilen lebenden Apparaten am wenigsten mangeln.

Alle Theile unseres Körpers besitzen diese Eigenschaft in größerem oder geringerem Maaße. Viele Verhältnisse, die den Elasticitätsmodulus nach physikalischen Gesetzen vergrößern, sind auch in ihnen in Anwendung gezogen.

70 Elasticität. — Ist eine Flüssigkeit in einer elastischen Hülle eingeschlossen, so kann sie dem Drucke nachgeben und mit dem Aufhören desselben in ihre frühere Form zurückkehren. Eine mit Wasser gefüllte Blase ist aus diesem Grunde in hohem Grade elastisch. Das Fett ist aus derselben Ursache im Stande, als natürliches Polster zu wirken.

Der Schmelzpunkt des Menschenfettes liegt zwischen + 17° und + 25° C. Es ist daher bei der Temperatur unseres Körpers (= 37°5 C.) flüssig. Füllt es nun die ganze entwickelte Fettzelle aus, so muß hierdurch ein bedeutender Grad von Spannkraft, den die Beschaffenheit der Zellenhaut anregt, erzeugt werden. Jede Fettmasse, die aus Tausenden solcher Bläschen besteht, wird sich daher, wie ein weiches Kissen, das nach Entfernung des Druckes seine frühere Gestalt annimmt, verhalten. Wir stehen, sitzen und liegen so auf natürlichen Polstern, denen noch die elastische Beschaffenheit der Lederhaut zu Hilfe kommt.

71 Die Gase zeichnen sich vorzüglich durch ihre sogenannte Compressionselasticität aus. Sie behalten nur ihr Volumen unter einem bestimmten Drucke bei und ändern es mit diesem. Sind nun Luftarten mit einem Theile mechanisch gemengt, so wird er sich durch den Einfluß von Druckkräften stärker verkleinern. Man sagt daher auch in diesem Sinne, daß lufthaltiges Wasser elastischer, als reines ist. Es wäre möglich, daß auch dieses Verhältniß auf manche Gebilde des Körpers einwirkte.

Die großen Blutkörperchen der Reptilien sind in hohem Grade ela-

stisch. Sie verlängern sich, so wie sie durch ein sehr enges Gefäß durchgehen und kehren in demselben Augenblicke, in dem sie in einen weiteren Raum gelangen, zu ihrer früheren Form zurück. Ihre Wasserdurchtränkung bildet zwar eine Hauptursache dieser Erscheinung. Es frägt sich jedoch noch, ob sie nicht ihre Sauerstoffanziehung wesentlich begünstigt.

72 Die Spannungselasticität tritt in den festen Körpern am deutlichsten hervor. Sie besteht darin, daß sich eine Masse in Folge einer Zugwirkung verlängert und nach dem Aufhören der Dehnung zu ihrem früheren Umfange zurückzukehren bemüht. Die unvollkommene Elasticität der Materie oder andere Nebenverhältnisse können jedoch dieses Streben vereiteln.

73 Die Entwickelungsweise der thierischen Gebilde ist schon geeignet, ihre Federkraft zu begünstigen. Haben die Molecüle Zeit, sich in passender Ordnung an einander zu fügen, so erreicht sie auch die größtmögliche Höhe. Rasch abgekühltes Glas ist deshalb spröder, als eine Glasmasse, die nur allmählig zu niederen Wärmegraden zurückgekehrt ist. Die langsame Ausbildung der organischen Theile muß es daher gestatten, daß ihre Atome auf die vortheilhafteste Weise zusammentreten und die günstigsten Bedingungen aller physikalischen Eigenschaften, die aus solchen Verhältnissen hervorgehen, darbieten.

74 Ein anderer Vortheil liegt in der Kleinheit der Gewebtheile. Eine dünne Fensterscheibe ist elastischer, als ein dicker Glasklumpen und ein fein ausgezogener Glasfaden zeichnet sich sogar durch seine Biegsamkeit und Federkraft aus. Ein Kupferdrath von 1,3 Meter Länge und 2,77 Millimeter Dicke dehnte sich z. B. in Savart's Versuchen durch eine Belastung von 30 Kilogramm um $1/_{5000}$ und ein solcher von 1,30 Millimeter Durchmesser bei einer dreifach so geringen Beschwerung um $1/_{1666}$. Da nun die Elemente des Zellgewebes, der Bänder und verwandter Theile um vieles feiner sind und daher ihre Oberflächen größer ausfallen, so müssen ihnen alle Vortheile der geringsten Durchmesser in höchstem Maaße zu Statten kommen. Die schon früher (§. 61. fgg.) erwähnten Folgen, welche diese Verhältnisse auf die Festigkeit der organischen Gebilde ausüben, tragen sich auch auf ihre Nachgiebigkeit und Elasticität über.

75 Vergleichen wir aber die verschiedenen thierischen Gewebe unter einander, so ergiebt sich bald, daß nicht bloß die mechanischen, sondern auch die chemischen Verhältnisse ihre Dehnbarkeits- und Elasticitätsgrade bestimmen müssen. Die Fäden des Zellgewebes lassen sich leichter ausziehen, als die gleichgestalteten Fadenelemente der Sehnen. Die breiteren Fasern des elastischen Gewebes zeichnen sich zwar durch ihre große Spannkraft aus. Sie sind aber brüchiger, als die Zellgewebebündel, sobald ihre Elasticitätsgrenze in hohem Maaße in Anspruch genommen wird.

76 Die noch unvollkommenen Mittel der Elementaranalyse zeigen uns keine sehr wesentlichen Unterschiede in der Zusammensetzung dieser Gebilde. Die Chemie kann nicht die mannichfachen physikalischen Eigenschaften der Gewebe aus dem Wechsel der Stoffe, die zu ihnen gebraucht werden, erklären. Dieselben Grundkörper vereinigen sich nur in Zahlenverhältnissen, die auf untergeordnete Weise von einander abweichen, um hier die Sehne

und dort die elastische Faser zu erzeugen. Wir können hieraus aber nicht schließen, daß uns deshalb die chemische Analyse verlasse. Denn die Wirkungen kleiner Beimischungen und untergeordneter Veränderungen der Molecularanziehung geben sich auch in der unorganischen Welt in auffallender Weise zu erkennen.

Kohlenwasserstoffarten der gleichen Zusammensetzung können bei gewöhnlichen Temperaturgraden tropfbar flüssig oder luftförmig sein. Die geglühte oder ungeglühte Phosphorsäure weichen in ihrem Verhalten zu anderen Körpern wesentlich ab. Eisen wird durch den Zusatz kleiner Mengen von Kohle zu Stahl. Enthält es dagegen nur 1% Phosphor, so läßt es sich nicht mehr ohne Bruch in rechtem Winkel biegen. Geringe Zusätze eines Metalls können den Schmelzpunkt anderer Metallmassen wesentlich abändern. Wir werden auch noch in der Folge sehen, welche wichtige Rollen diese Wirkungen kleinster Mengen auf die chemischen Vorgänge des Organismus ausüben.

77 Ist ein elastischer Körper einem sehr großen Zuge ausgesetzt und wird auf diese Art die Grenze seiner vollkommenen Elasticität überschritten, so dehnt er sich möglichst aus. Er kehrt aber nicht mehr zu seinem früheren Umfange zurück, sondern bleibt um eine bestimmte Größe verlängert. Eine plötzliche und daher oft kraftvollere Ausdehnung zerreißt ihn hierbei eher, als eine allmählige. Diese physikalische Erscheinung kehrt in den organischen Theilen ebenfalls wieder; sie kann, wenn sie nicht ausgeglichen wird, zu ferneren Störungen Veranlassung geben.

Ein weiches rundes Löwenhaar zerreißt nicht, wenn es selbst um $1/3$ seiner Länge, nach Weber[1]), ausgezogen wird. Wurde sie aber um $1/4$ vermehrt, so blieb sie selbst nach dem Aufhören der Spannung um $1/10$ größer, als sie ursprünglich war. Dieser beständige Verlängerungswerth betrug sogar $1/6$, wenn die Zerrung $1/3$ glich. Hatte eines meiner spröden Kopfhaare $7/10$ seines Rißgewichts ausgehalten, so übertraf seine Länge die ursprüngliche um $1/8$. Sie stieg auf $1/5$—$1/6$, wenn die Beschwerung $7/8$ des Festigkeitsmodulus ausmachte. Das sich selbst überlassene und nur, wie im Anfange, mit 2 Grm. ausgespannt erhaltene Haar hatte in dem ersteren Falle um ungefähr $1/10$ und im letzteren um beinahe $1/6$ seiner ursprünglichen Länge gewonnen.
Anhang Nr. 6

Wird die Haut von einer hinreichenden Gewalt plötzlich getroffen, so reißt sie auf der Stelle durch. Wirkt aber der Druck allmählig ein, so dehnen sich ihre Fasern, wie die Folgen der Geschwülste beweisen, bedeutend aus. Ihre Dicke nimmt oft in gleichem Maaße ab, bis endlich nicht mehr der Durchbruch wegen allzugeringen mechanischen Widerstandes verhütet werden kann. Fällt ein Mensch von einer Höhe herab, so kann der Oberschenkelkopf das runde Band zerreißen und die Fasern der Hüftgelenkkapsel zersprengen. Ist er dagegen ohne Arme geboren, so nöthigt ihn seine Verstümmelung, die Füße händeartig zu gebrauchen. Seine unteren Extremitäten müssen daher größere Bogen, als bei gesunden Men=

[1]) Poggendorff's Annalen. Bd. XX. Leipzig, 1830. 8. S. 1 u. 2.

schen beschreiben. Die Gelenkkapseln werden hierdurch schlaffer; der Erwachsene vermag sich auf solche Art Fertigkeiten anzueignen, die selbst das zarte Kind trotz der größeren Schlaffheit seiner Gewebe in unvollkommenerem Grade darbietet. Armlose sind nicht selten im Stande, ihre Zehen ohne weitere Nebenhilfe an den Mund zu führen.

Die Grenzen der Dehnbarkeit und Elasticität eines jeden Organs hängen mit seinen Bestimmungen auf das Genaueste zusammen. Das Zellgewebe, auf das häufig verschiedene Mengen von Ernährungsflüssigkeit wirken, das bald Fett aufnehmen, bald dagegen seine Inhaltsräume entleeren soll und das den verschiedenen Zusammenziehungsverhältnissen der Muskeln weichen muß, ist weit dehnbarer, als die Sehnen, welche die Kräfte der Muskeln gleich gespannten Seilen auf die Skeletttheile übertragen. Die Nachgiebigkeit der Knorpel wird in den Knochen durch den Zusatz der Kalksalze gemäßigt. Die Wandungen der Blutadern sind dehnbarer, die der Schlagadern dagegen elastischer. Die gleiche Druckgröße entwickelt in den Arterien eine bedeutendere Federkraft, wie in Gummiröhren oder dem Stoff, den wir so häufig seiner Elasticität wegen in der Technik gebrauchen.

Die Labilität der organischen Einrichtung giebt sich auch in diesen Verhältnissen zu erkennen. Ist ein todter Faden so sehr gezerrt worden, daß er an bleibender Länge gewonnen hat, so behält er diese für immer bei. Haben sich dagegen die Bauchdecken durch die Schwangerschaft ausgedehnt, so ziehen sie sich später wieder zusammen. Bleiben sie auch dann schlaffer, als sie früher waren, so steht doch der Unterschied in keinem Verhältniß zu der vorgekommenen Umfangsveränderung. Der Augapfel kann schnell sein Volumen durch wassersüchtige Anschwellung vergrößern, und den früheren Umfang nach dem Aufhören des Leidens wieder erhalten. Schneidet man eine große Fettgeschwulst aus, so verändert sich allmählig die übermäßig ausgedehnte Haut, bis nur wenige oder gar keine Runzeln übrig bleiben.

Diese Verbesserungsprocesse verbinden sich nicht selten mit Ortsverrückungen, die mit dem Formenwechsel des Ganzen zusammenhängen. Die Narbe eines Amputationsstumpfes, der nach und nach abmagert, verschiebt sich häufig in auffallender Weise. Ein ähnliches, noch deutlicheres Beispiel lieferte ein junger Mensch, der große Enchondrome an beiden Händen hatte. Die des Ringfingers und des kleinen Fingers der linken Seite waren so umfangreich geworden, daß man sie mit den entsprechenden Metacarpaltheilen ausrotten mußte (Demme). Die Unterbindung der Ellenbogenschlagader ging der Operation voraus. Die hierdurch bedingte Hautnarbe war schon nach wenigen Wochen in Folge der Formveränderung der Hand so weit an der Volarfläche nach dem Radius hinübergewandert, daß man nicht mehr ihre veranlassende Ursache aus ihrer Lage zu erkennen vermochte.

78 Die Verschiedenheit der Spannungszustände scheint nicht die gleichen Formveränderungen in allen Theilen hervorzurufen. Sind die Fäden des Zellgewebes angespannt, so verlaufen sie meist gerade. Werden sie dagegen ihrer natürlichen Ansätze beraubt oder erschlaffen sie sonst auf irgend eine Weise, so biegen sie sich wellenförmig. Die Hebungen und Senkungen liegen dann meist in den Bündeln in entsprechender Ordnung neben einander. Wiederholt sich das Letztere in den Nerven oder Sehnen, so erzeugt die hierdurch verursachte Vertheilung von Licht und Schatten quere Linien oder Bänder, die häufig schon dem freien Auge kenntlich werden. Die elastischen Fasern dagegen zeigen keine Biegungen der Art, sie mögen sich in welchem Spannungszustande sie wollen befin-

den. Sie verhalten sich wie ein mit Federkraft begabter Riemen, der innerhalb der Grenzen seiner vollkommenen Elasticität spielt; die Zellgewebefasern dagegen lassen sich eher mit einem angespannten und dann plötzlich losgelassenen Seidenfaden vergleichen.

79 Die Elasticität wird zu vielseitigen Zwecken in unserem Körper in Anspruch genommen. Sie dient nicht bloß zur Wiederherstellung der Form, sondern unterstützt auch manche Thätigkeiten mittelst der Moleculareigenschaften oder der Druckwirkungen, die in ihrem Gefolge auftreten.

Die Spannungsmomente eines Körpers bestimmen die Art und Weise, wie er Schwingungen erzeugt und empfangene Erschütterungen fortpflanzt. Sie bilden daher die Hauptgrundlage der akustischen Vorgänge. Die wesentlichsten physikalischen Erscheinungen der Mechanik der Stimme und des Gehörs ruhen deshalb auf den elastischen Eigenschaften der ihnen dienenden Apparate.

Ist eine wässrige Flüssigkeit durch ein elastisches Wandungsstück begrenzt, so kann sie leichter Wellen bilden, weil der federnde Theil dem Anstoß der bewegten Masse gehorcht. Die Membran des runden Loches arbeitet in dieser Weise, wenn die Bewegungen des Steigbügels auf das Labyrinthwasser wirken.

80 Eine nachgiebige Masse pflanzt den Druck unvollkommener, als eine Flüssigkeit und vollkommener, als ein fester Körper fort. Ist sie zugleich elastisch, so stellt sich ihre Form nach dem Ende des Eingriffs von Neuem her. Die Haut mit ihrem Fettpolster nützt durch diese Eigenschaften. Sie sichert die geründete Gestalt der Körpertheile und mäßigt die Druckwirkungen, damit sie nur Tast- und keine Schmerzensempfindungen veranlassen. Manche Vortheile, welche die Gelenke darbieten, gehen von demselben Grundsatze aus.

81 Ventile arbeiten um so leichter und pünktlicher, je mehr ihre Spannkraft mit dem nothwendigen Festigkeitsgrade in Einklang steht. Sie werden daher auch oft zu technischem Gebrauche aus thierischen Häuten oder dünnen Metallstücken verfertigt. Die Klappen des Herzens und der Gefäße verdanken ihre günstigen Wirkungen den gleichen Ursachen. Ihre Grundmembran und ihre zellgewebigen und elastischen Fasern machen sie vorzugsweise geeignet, sich den Wechselverhältnissen des Druckes anzuschmiegen.

82 Elastische Röhren dehnen sich durch die Wirkung eingetriebener Flüssigkeiten aus, vergrößern hierbei ihren Rauminhalt und gestatten deshalb eine stärkere Füllung. Sind sie dagegen von der ausdehnenden Kraft befreit, so geben sie den Druck, den sie empfangen, durch ihre Abspannung zurück. Das Schlagaderblut wird daher auch noch gepreßt, wenn selbst die Herzkraft während der Diastole der Kammern zu wirken aufhört. Dasselbe Princip erleichtert, wie wir später sehen werden, das ruhige Ausathmen und die schnelle Rückkehr des gesteiften Gliedes zu seinem früheren Umfange.

Schwere, Druck und Reibung.

Da der Mensch, gleich den übrigen Körpern unseres Planeten, der Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde unterworfen ist, so müssen die Gesetze der Schwere alle Massenverhältnisse unseres Organismus bestimmen. Die verschiedenen Theile desselben gravitiren nicht nur zweckmäßig gegen einander, sondern sind auch ihren Stoffen und Kräften nach für die durch die Schwere bedingten Eigenschaften seiner Umgebung, der Erde, der Erdkörper und der Atmosphäre berechnet. 83

Statische Verhältnisse. — Das Hauptgerüst des ganzen Körpers, das Skelett, ist so eingerichtet, daß möglichst günstige statische Verhältnisse zu Stande kommen. Die einzelnen Wirbel thürmen sich säulenartig empor und lassen den Kopf auf dem oberen Endpunkte des durch sie gebildeten Stabes balanciren. Das Becken bildet einen breiten Untersatz, in dessen Tiefe der Schwerpunkt des ganzen Menschen fällt und der von den beiden unteren Extremitäten nach der Art von Pfeilern getragen wird. Die Arme hängen, wie zwei gleiche Gewichte, an der Wirbelsäule und dem Brustkasten. Da aber die meisten Theile des Körpers seitlich symmetrisch sind, so muß auch die Schwerlinie, so weit sie nicht etwa in geringem Grade durch die Asymmetrie der Baucheingeweide abgelenkt wird, durch die Achse der gleichartigen Massenvertheilung verlaufen. Sie trifft dann die Mittellinie der Unterstützungsfläche bei dem Liegen, Sitzen oder Stehen und erzeugt daher nach mechanischen Gesetzen ein günstigeres Maaß der Stabilität, als wenn sie sich nach der einen Seite hin neigte. 84

So sehr aber auch die Einrichtung des Organismus den Bedingungen der Schwere gehorcht, so wenig überträgt ihr die Natur irgend wichtigere Thätigkeiten in ausschließlicher Weise. Die Lungen können an der Luftröhre, der Magen an der Speiseröhre, der Hoden an dem Samenstrange, wie ein Gewicht an einer Schnur hängen, weil ohnedieß jede allzugroße störende Schwankung und jede schädliche Verrückung durch die zellgewebigen Befestigungen und die serösen Umhüllungen verhütet wird. Es ist ziemlich gleichgültig, welche Schlinge der dünnen Gedärme innerhalb des ihnen gewährten Raumes höher oder tiefer steht. Sie konnten daher an dem Gekröse aufgehängt und rosettenartig neben einander gelegt werden. Gießen wir die Mischung eines Pulvers und einer Flüssigkeit aus, so strömen die festen Theile, die sich zu Boden gesetzt haben, zuletzt hervor. Der Urin des Pferdes ist auf die gleiche Weise im Anfange klar und wird erst am Schlusse seiner Austreibung bierfarben, weil die zahlreichen, in ihm enthaltenen mikroskopischen Steinchen nachkommen. 85

Vergrößert sich dagegen die Gefahr, daß ein Organ durch seine Masse und den hierdurch bedingten Druck Nachbargebilde beeinträchtigt, so wird sogleich jeder Nachtheil durch stärkere Aufhängebänder unmöglich gemacht. Die der Leber liefern hierfür den anschaulichsten Beweis. Die Berechnung erstreckt sich sogar in dieser Hinsicht auf außergewöhnliche Vorgänge, die nur noch zu den regelrechten Erscheinungen des Körpers gehören. Die

normale Schwangerschaft ändert keine Thätigkeit der Unterleibsorgane in wesentlicher Art; die Ausdehnung der Bauchdecken und die Stellung und Befestigung des Uterus verhütet jede Unordnung. Weichen dagegen die Verhältnisse im Geringsten ab, so kann die vergrößerte Gebärmutter das Harnlassen, die Kothentleerung, den Kreislauf des Blutes und die Nervenwirkungen belästigen. Geschwülste führen oft zu ähnlichen Störungen. Der einmal von der Norm abweichende Gang verliert auch die Sicherheitsmittel, welche die Ordnung des Ganzen mit sich führt.

86 Der Einfluß der Schwere wird zwar nicht als Nebenhilfe verschmäht, allein andere Kräfte stehen immer zu Gebote, um die Thätigkeit für alle Fälle zu sichern. Da die Richtung der allgemeinen Anziehungskraft mit der Verschiedenheit der Körperstellung wechselt, so konnte sie allein keine Arbeit des Organismus ausschließlich leiten.

Die Lage des Gallenganges begünstigt zwar den Abfluß der Galle in den Zwölfingerdarm und die Stellung des Harnleiters den Eintritt des Urins in die Blase. Die Röhren, die den Uebertritt vermitteln, können sich aber auch peristaltisch bewegen. Die Thätigkeit wird hierdurch nicht nur für alle Körperstellungen gesichert, sondern auch in zweckmäßiger Weise geordnet. Es schießen nicht größere Massen plötzlich hinab; sie gleiten vielmehr allmählich in aliquoten Theilen in die Hohlräume, die zur ferneren Aufnahme bestimmt sind.

Manche Einrichtungen, die dem ersten Anblick nach für die Wirkungen der Schwere ausschließlich berechnet zu sein scheinen, zeigen uns ganz andere Bestimmungen bei näherer Betrachtung. Die Klappen der Lymphgefäße und der Blutadern sind nicht dazu vorhanden, daß sie durch die mittelst ihrer Schwerkraft zurücksinkenden Flüssigkeit geschlossen werden. Ihre Anwesenheit in den absteigenden Gefäßen des Kopfes und des Halses zeugt offenbar dagegen. Sie beziehen sich vielmehr auf andere Druckwirkungen, die nicht bloß durch todte Schwerkräfte bedingt werden.

Die Speiseröhre giebt uns ein deutliches Beispiel, wie die nothwendige Regulation die Benutzung einfacher physikalischer Verhältnisse unmöglich macht. Die durch ihre Schwerkraft getriebenen Nahrungsmittel konnten von selbst auf der senkrechten oder schiefen Bahn, welche der Oesophagus bei dem Sitzen, dem Stehen und selbst dem Liegen darbietet, hinabgleiten. Sie wären aber dann bisweilen in größeren Massen, mit stärkerer Gewalt und auf unregelmäßigere Weise dahingeeilt, hätten leicht den Magen gezerrt und schmerzhafte Empfindungen angeregt. Der ganze Vorgang wird daher der Muskelhaut der Speiseröhre übertragen. Zusammenziehung und Erschlaffung wechseln von Stelle zu Stelle ab. Es können nur innerhalb bestimmter Grenzen eingeschlossene Volumina des Bissens nach und nach hinuntergehen und ohne fernere Nebenstörung in den Magen eintreten.

87 Die Natur neutralisirt bisweilen die Wirkungen der Schwere durch Nebenmittel, um ihre beabsichtigten Wirkungen zu erreichen. Blut und Lymphe bilden anderer Zwecke wegen mechanische Mengungen einer Flüssigkeit und fester Körperchen. Sollen sich aber nicht die letzteren, die ein

größeres specifisches Gewicht haben, absetzen, so war ein fortwährendes Umschütteln nothwendig. Die Bewegung dieser Säfte leistet diesen Dienst. Die leichteren Blutkörperchen gehorchen ihr pünktlicher, als die schwereren Lymphkugeln des Blutes. Beide setzen sich aber ab, so wie die Blutmasse zur Ruhe kommt.

88 Lebendige Kräfte werden häufig zur Verbesserung von Uebelständen, welche die Schwereverhältnisse der Theile bedingen, zu Hilfe gezogen. Der Kopf kann zwar in gewissen Stellungen auf dem oberen Theile der Halswirbel ohne weiteres balanciren.[1]) Er schlägt aber der hohen Lage seines Schwerpunktes wegen leicht über. Die Nackenmuskeln, die sich an ihn anfügen, verhüten sein Umsinken; sie ziehen ihn in verschiedenen Stellungen gleich Seilen empor. Die Brust und der Unterleib sind vorn an der Wirbelsäule aufgehängt. Ihre Masse sucht sie daher nach ihrer Seite zu biegen und auszuhöhlen. Die Rückenmuskeln, die diesem Streben entgegen wirken, halten aber den Rumpf gerade. Es ergiebt sich von selbst, daß diese lebendigen Verbesserungsmittel auf die statischen Verhältnisse des gesammten Körpers zurückwirken müssen. Sie werden nicht nur hierdurch im Allgemeinen erleichtert, sondern ändern sich auch für die verschiedenen Stellungen in möglichst günstiger Weise.

Das Alter lehrt am deutlichsten, wie die Störungen, welche die Schwerkraft am Skelette verursachen kann, durch die Gegenwirkung der Muskeln aufgehoben werden. Erlahmen die letzteren in höheren Jahren und werden dann alle Weichgebilde lockerer, so sinkt der Kopf nach vorn über; der Rücken krümmt sich; die ganze Körperhaltung wird schlaffer und unsicherer. Die Muskelschwäche, welche so häufig den Cretinismus begleitet, kann schon ähnliche Erscheinungen in den Kinderjahren veranlassen.

89 Druck. — Der Druck, den das Gewicht eines Körpers auf seine Unterlage ausübt, bestimmt die nothwendige Festigkeit der Stütze und die Leichtigkeit, mit welcher die gegebenen Kräfte ihre Ortsveränderungen hervorrufen. Die verhältnißmäßig geringe Schwere der organischen Apparate (§. 54) gewährt in dieser Hinsicht mehre Vortheile, die unsere Maschinen nie besitzen. Wir werden aber bei den atmosphärischen Verhältnissen sehen, daß noch die Natur in der Herstellung hermetisch schließender Räume ein zweites Mittel, das wir eben so wenig in der Technik nachzuahmen im Stande sind, zur Erreichung ihrer Zwecke benutzt.

90 Die Widerstandskraft der verschiedenen Theile unseres Körpers wächst mit dem Gewicht oder den Druckwirkungen, die sie unter den regelrechten Verhältnissen zu tragen haben. Die Labilität des Organismus macht es sogar möglich, daß sich in dieser Beziehung die Gewebe den Einwirkungen anpassen. Die Fußsohle, welche das ganze Körpergewicht bei dem Gehen aushalten muß, besitzt auch eine sehr starke Oberhaut. Die zahlreichen Schichten verhornter Zellen pflanzen den Druck unvollkommener fort und verhüten, daß nicht von ihm die Nerven, wenn selbst der Mensch auf rauhem Boden steht, beeinträchtigt werden. Haben wir dagegen die Fußhaut durch ein zu lange fortgesetztes Bad durchweicht, so wird auch das Gehen schmerz-

[1]) W. u. Ed. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Eine anatomisch-physiologische Untersuchung. Göttingen, 1836. 8. S. 97.

haft. Ein Handwerker, der sich fortwährend mit grober Arbeit beschäftigt, bekommt schwielige Hände. Sie ertragen Eindrücke, die eine zarte Damenhand nicht ohne die schmerzhaftesten Empfindungen aufnehmen würde. Nur stärkere Druckwirkungen, welche die Größen des vorhandenen Widerstandes überschreiten, beeinträchtigen die Thätigkeiten der weicheren Gebilde, die dann ihres nöthigen Schutzes entbehren. Ein um ein Glied angezogenes Band hemmt deshalb den Kreislauf und erregt krankhafte Empfindungen, wie die des Einschlafens. Ist ein gebrochenes Glied zu stark geschient oder zu dicht mit erhärtetem Dextrin umgeben, so kann der Blutzufluß dergestalt beeinträchtigt werden, daß einzelne Theile in ihrer Ernährung leiden oder selbst brandig absterben.

Die Veränderungen der Oberhaut, welche durch anhaltende Druckwirkungen erzeugt werden, können nachtheilige oder günstigere Verhältnisse nach Verschiedenheit der Zustände nach sich ziehen. Ein harter Schuh z. B. drückt eine Stelle der Oberfläche einer Zehe. Der Kreislauf wird dadurch nicht aufgehoben, sondern verlangsamt. Es scheidet sich eine dichtere Ernährungsflüssigkeit aus. Während zahlreiche neue Zellen entstehen, verhornen die anderen in größerem Maaße. Es bildet sich auf diese Art ein Hühnerauge, das als härterer Körper die Schmerzen vermehrt und die weicheren Nachbartheile in höherem Grade beeinträchtigt.

Leute, die an Krücken gehen, liefern ein Beispiel entgegengesetzter Art. Der Druck der Bügel gegen die zarte Haut der Achselhöhle verursacht im Anfange Schmerz. Die Achseldrüsen entzünden sich bisweilen in zarteren Subjecten und gehen selbst in Vereiterung über. Die gedrückten Nerven erregen in manchen Fällen einen lähmungsartigen Zustand der Arme, der sich allmählig von selbst oder nach Anwendung von Gegenreizen verliert[1]. Die Oberhaut und selbst oft die Lederhaut und die anderen Weichgebilde gewinnen allmählich an Widerstandskraft. Alle Beschwerden schwinden daher und es werden sogar starke Stöße, wie sie bei raschem Gehen vorkommen, ohne Nachtheil ertragen. Die gedrückten Muskeln erscheinen kleiner und dünner, als unter vollkommen regelrechten Verhältnissen.'

91 Während häufig die Verschiedenheit der Körperstellung und der äußeren Einflüsse den Gewichtsdruck, der auf einzelnen Theilen ruht, ändern läßt, so regen nicht selten die Ernährungserscheinungen einen Expansionsdruck mancher Organe an. Die Thätigkeiten leiden aber nie unter solchen Schwankungen, so lange sie nicht die gehörigen Grenzen überschreiten. Sie bilden im Gegentheil häufig ein wesentliches Glied der Bestimmungen der Theile. Denn die Steifung des Penis, die Anschwellung der Milz während der Verdauung werden nur durch die Ausdehnungskraft der in reichlicherem Maaße eingetriebenen Blutmasse möglich. Nimmt auch ein Apparat mehr oder weniger Ernährungsflüssigkeit auf, füllen sich die Gefäße in stärkerem Grade mit ihrem Inhalt, so haben doch alle hierdurch getroffenen Gewebe Dehnbarkeit genug, um den veranlaßten Formenwechsel zu ertragen. Wiederholt sich dagegen dasselbe unter krankhaften Bedingungen oder in allzu gesteigertem Maaße, so kann der Expansionsdruck die heftigsten Schmerzen verursachen und selbst den Tod nach sich ziehen.

Der Schmerz, den die ausdehnende Wirkung krankhafter Ausschwitzungen veranlaßt, wechselt mit dem Gewebe und dem Nervenreichthum der Theile, in welche sie eindringen.

---

[1]) Herbert Mayo, Grundriss der speciellen Pathologie, mit besonderer Rücksicht auf die pathologische Anatomie, übersetzt und mit Zusätzen herausgegeben von Fr. Amelung. Abth. I. Darmstadt, 1838. 8. S. 130 u. 191.

Setzt sich Eiter in das Unterhautzellgewebe ab, so erregt er weniger Beschwerden, als wenn er in die dichte Masse der milchabsondernden Brüste eindringt. Vereiterungen der Lymphdrüsen belästigen weniger, als solche der Hoden und anderer, sehr nervenreicher Theile. Uebt die Jauche, die in einen schwammigen durch Rinde geschützten Knochentheil tritt, einen starken Expansionsdruck aus, so erreichen die Qualen einen hohen Grad von Heftigkeit. Kranke, in denen z. B. die unteren Enden des Oberschenkels zerstört worden, können daher bisweilen kaum die Absetzung des Gliedes erwarten. Dringen neue Krebszellen und Jauchemassen in die steinharten Krebsgeschwülste, so entstehen so heftige Leiden, daß die Unglücklichen ihre Empfindungen mit dem Brennen glühender Kohlen oder dem Schneiden mit heißen Messern vergleichen.

Der krankhafte Expansionsdruck überwindet häufig den Widerstand der gespannten Gewebtheile. Eiter und Jauche brechen von selbst durch. Eine Pulsadergeschwulst kommt durch ihre stete Raumvergrößerung zum Bersten und zieht so den Tod nach sich. Die Deshiscenz (§. 64), die nur in wenigen Fällen in dem gesunden Körper auftritt, bildet den Schlußstein der meisten krankhaften Ausdehnungswirkungen.

92 Passende Einrichtungen beseitigen den Nachtheil, den der Gewichts- oder Expansionsdruck im Normalzustande hervorrufen könnte. Die Knorpelüberzüge der Gelenktheile der Knochen dienen unter anderem, die Belastung zu mildern und jede schmerzhafte Empfindung zu beseitigen. Ihre Verdünnung oder ihr Mangel macht daher die Bewegungen schmerzhaft. Reichen sie allein nicht aus, so werden Faserknorpel, wie feste Kissen eingeschoben. Sie treten deshalb in Gelenken auf, die wie das Knie bedeutende Lasten tragen oder in denen der Knorpelüberzug, wie in dem Kiefergelenk, keine hinreichende Dicke erreicht.

Ein Organ, das seinen Umfang in Folge des Expansionsdruckes des Blutes verändert, könnte leicht die in ihm enthaltenen Nerven und Blutgefäße zerren, wenn nur die Längen von diesen für den erschlafften Zustand berechnet wären. Sie laufen daher häufig geschlängelt oder korkzieherartig gedreht, damit sie sich bei der Vergrößerung des Ganzen ausziehen und den neuen Verhältnissen anschmiegen. Der Gestaltwechsel der Gebärmutter in der Schwangerschaft macht ähnliche Einrichtungen nothwendig.

93 Reibung. — Da die Reibung einen Theil der anregenden Kraft verzehrt, so wird jeder mechanische Apparat um so vorzüglicher arbeiten, je weniger er durch diese Nebenstörung verliert. Die Natur beseitigt diese Schwierigkeiten durch eine Reihe von Mitteln, von denen uns nur ein Theil zur Nachahmung zu Gebote steht.

94 Vernachlässigt man die Nebenmomente der Adhäsion, so ist die gleitende Reibung von der Ausdehnung der Oberflächen und der Geschwindigkeit der Bewegung unabhängig, sie wird vielmehr nur durch die Größe des Druckes bestimmt. Der Organismus befindet sich schon deshalb, den Maschinen gegenüber, in einer vortheilhaften Stellung, weil seine Apparate verhältnißmäßig wenig wiegen. Die Oberflächen der Knorpel, der Sehnen, der Sehnenscheiden und überhaupt aller Gebilde, die hier in Betracht kommen, sind überdieß so glatt, daß sie mit den am sorgfältigsten polirten Stücken der besten physikalischen Apparate verglichen werden können. Die Reibung wird schon hierdurch größtentheils aufgehoben [1]).

[1]) Siehe ein Beispiel der Art in Bessel, Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels. S. 7. bei Dove in dessen und Moser's Repertorium der Physik. Bd. I. Berlin, 1837. 8. S. 108. 109.

Die Technik begegnet gewöhnlich der Reibung durch die Anwendung von Oel, Talg, Seife und ähnlichen Körpern, die als Salben dienen. Gleitet z. B. Gußeisen nach einiger Zeit der Ruhe auf Eichenholz, so daß die Fasern des letzteren der Bewegung parallel sind, so beträgt, nach Morin [1], der Reibungscoefficient oder der durch diese Nebenstörung verzehrte Theil der Druckkraft 0,490. Ist die Unterlage fettig, d. h. wurde die Hauptmasse einer Schmiere, die sich auf ihr befand, entfernt, so sinkt er auf 0,107; bei Talg dagegen auf 0,078 und bei Schweinefett oder Oel auf 0,075. Seife endlich hat in dem gewählten Beispiele einen Werth von 0,189.

Soll aber ein Zwischenkörper der Art seinen Zweck erfüllen, so darf er weder zu flüssig, noch zu fest sein. Sein Nutzen besteht nämlich darin, daß er die kleinen Unebenheiten der an einander dahingleitenden Flächen ausgleicht und sie mit einer Schicht einer glatten und nachgiebigen Masse überzieht. Vollkommen flüssige Körper haften deswegen zu wenig an, während festere die Ungleichheiten der Oberfläche vergrößern helfen. Zähe Körper bilden daher die besten Schmiermittel.

95 Geeignete Massen der Art standen der Natur leicht zu Gebote. Eine wäßrige Lösung des Eiweißes, die 3 bis 7% festen Rückstandes enthält, ist zähe und klebrig genug, um den Reibungswiderstand in bedeutendem Grade herabzusetzen. Die Gelenkschmiere des Pferdes enthält auch 6,4% Eiweiß in 7,2% fester Stoffe. Die Flüssigkeit, innerhalb der die Sehnen in ihren Scheiden dahingleiten, bietet wahrscheinlich eine ähnliche Beschaffenheit dar. Diese passenden Verhältnisse sind übrigens noch, wie wir in der Bewegungslehre sehen werden, dadurch begünstigt, daß die Schmiermittel in nachgiebigen hermetisch geschlossenen Räumen spielen und nicht selten ihre im Augenblick überflüssigen Mengen in Nebenbeutel ableiten können.

96 Der Schleim bildet ein zweites zweckmäßiges Mittel, um den Reibungswiderstand zu verkleinern. Seine bedeutende Klebrigkeit läßt ihn an freien Oberflächen hartnäckig haften. Seine Zähigkeit verringert aber die Hindernisse der Reibung, auf welche die festen Bestandtheile der Nahrungsmittel bei ihrer Bewegung durch den Darmcanal stoßen würden. Er enthält, wie er in der Nase vorkommt, fast eben so viel Rückstand, als die Gelenkschmiere, nämlich 6,63%. Während aber diese nur der Ausfüllung des Raumes und der Reibung wegen vorhanden ist, hat der Schleim eine vielseitigere physikalische und chemische Bestimmung, die wir in der Folge erörtern werden.

Adhäsion und Capillarität.

97 Adhäsion. — Die Größe der Berührung, die Stärke der Anziehung und der Cohäsionsgrad der wirkenden Massen bestimmen den Zu-

---

[1]) A. Morin, Aide-Mémoire de Mécanique pratique. Deuxième Edition. Metz et Paris, 1838. 8. p. 230.

sammenhang zweier Körper, die in vielen Punkten ihrer Oberfläche und ohne besonderen Druck in Berührung kommen, oder, wie man es nennt, die Adhäsion derselben. Sie wächst daher mit der Zahl der Unebenheiten, in welche die andere Substanz eindringen und in denen sie haften bleiben kann, oder mit der Ausdehnung der thätigen Fläche und der geeigneten Beschaffenheit der Körper, nicht aber mit dem Drucke, unter dem sie stehen. Ist die Cohäsion eines flüssigen oder eines halbflüssigen Stoffes größer, als die Adhäsion, mit welcher er an einer dichten Masse haftet, so trennen sich beide, sobald nur der Adhäsionswiderstand aufgehoben wird. Ueberwiegt dagegen die Anheftung den Zusammenhangsgrad der flüssigen Theile, so wird der feste Körper benetzt. Eine unpolirte Metallfläche zeigt daher stärkere Adhäsionserscheinungen, als eine polirte. Sie wird leichter von Terpentinöl oder Weingeist, als von Wasser abgerissen. Diese Flüssigkeiten, nicht aber Quecksilber, benetzen ihre Oberfläche.

98 Die Natur gebraucht die gleichen Verhältnisse, um im Menschen die Abhäsionserscheinungen zu vergrößern oder zu verkleinern.

Die Oberflächen der Bindehaut des Auges, an welcher die mit Schleim und Fett vermischte Thränenflüssigkeit, und die der Schleimhäute, an denen ihr Absonderungsproduct, der Schleim, haften soll, tragen gewöhnliche Pflaster-, Cylinder- oder Flimmerepithelien, die immer bedeutendere Unebenheiten, Hügel und Vertiefungen erzeugen. Es wäre sogar denkbar, daß die Schwingungen der Flimmerhärchen bestimmt sind, diesen mechanischen Verhältnissen theilweise entgegenzuwirken. Da aber die Adhäsion des Blutes und der Lymphe an ihren Gefäßwänden möglichst vermindert werden soll, so haben wir hier ein sehr dünnes Plattenepithelium, dessen einzelne Zellen innig an einander haften und eine verhältnißmäßig geglättete Oberfläche hervorrufen.

99 Wasser und wäßrige Lösungen benetzen leicht die porösen und wasserdurchtränkten thierischen Theile. Die trockenen Horngebilde lassen Oele ohne Schwierigkeit an sich haften. Eine mit Oel bestrichene Oberfläche weist aber Wasser mit vieler Kraft zurück. Sie gewinnt hierdurch Schutzmittel gegen die Eingriffe, die wäßrige Auflösungen machen würden.

100 Eine zähe Masse hängt sich inniger an einen mit Wasser durchtränkten festen Körper, als eine flüssigere. Der Schleim bildet daher den vorzüglichsten Adhäsionsstoff unseres Organismus. Er schützt dadurch in jedem Falle die zarteren Oberflächen der Schleimhäute vor den Einwirkungen der Luft oder den Störungen ätzender Absonderungen, wie des Harns, vermindert die Reibung und ändert, wie wir später sehen werden, manche der übrigen Anziehungserscheinungen.

101 Die Horngebilde verlieren einen Theil ihrer Widerstandskraft, sobald sie von Wasser durchweicht werden. Die Oberhaut hat daher als Gegenapparate ihre Talgdrüsen, das Haar seine Wurzeldrüschen. Die Hautschmiere und das Oel, das auf diese Weise geliefert wird, streicht sich an ihnen hin und giebt ihnen die Fähigkeit, sie vor jener schädlichen Benetzung zu bewahren. Die Natronseife, mit der wir uns waschen, hat den

doppelten Zweck, die Reibung zu vermindern und der Adhäsion der Schmutztheile entgegenzuwirken.

Der erwachsene Mensch, der in der Luft lebt, bedarf eines geringeren Schutzes der Oelbenetzung, als der in der Amniosflüssigkeit schwimmende Embryo. Dieser besitzt daher auch einen stärkeren Schutz für seine Haut. Sie wird deshalb von der Käseschmiere, Vernix caseosa, in dichten Lagen überzogen. Die schleimige Beschaffenheit der äußeren Oberfläche vieler Wasserthiere erfüllt einen ähnlichen Zweck mit einem anderen Mittel.

102 Werden Oel und Wasser mit einander geschüttelt, so bildet sich zwar im Augenblicke eine Emulsion. Die Eigenschwere beider Flüssigkeiten scheidet sie aber bald bei dem Stehen, so daß sich das Oel nach oben, das Wasser nach unten begiebt. Vergrößert man die Zähigkeit des Wassers durch Auflösung von Eiweiß oder Schleim, so erhält sich die Emulsion Stunden oder Tage lang. Die gegenseitige Anziehung besiegt die Kraft des specifischen Gewichtes. Das Oel bleibt in mikroskopischen Tropfen innerhalb der zähen Masse vertheilt und umgiebt sich vielleicht, wenn sie Eiweiß enthält, mit zarten Säumen dieses Körpers.

Werden der Schleim und die Galle durch die Bewegungen des Zwölffingerdarmes und der übrigen dünnen Gedärme zusammengeknetet, so vertheilt sich jene in mikroskopischen gelben Tropfen. Das Oel der Milchkörperchen ist durch eine sehr zarte Hülle eines Proteinstoffes abgeschlossen. Wird er durch Essigsäure aufgelöst, so fließen oft die frei gemachten Oeltropfen zu größeren Massen zusammen.

103 Lassen zwei Platten einen kleinen Zwischenraum übrig, so nimmt er trotz mancher anderer statischer Gegenwirkungen Flüssigkeiten auf, weil die Anziehungskraft der Oberflächen als eine neue Anregung wirkt. Die Hebung fällt nach der Benetzung der wirkenden Flächen größer, als in trockenem Zustande aus. Die Steighöhe aber, die erreicht wird, steht nach der Annahme einiger Physiker in gleichem Verhältniß mit den Anziehungskräften und in umgekehrtem mit der Eigenschwere der hinaufgesogenen Flüssigkeit.

Wollen wir einen mikroskopischen Gegenstand, der zwischen zwei Glasplatten liegt, stärker befeuchten, so bringen wir nur einen Wassertropfen an den Rand des kleineren Deckgläschens. Er verbreitet sich in dem spaltenförmigen Zwischenraume und schreitet rasch fort, so wie er einen anderen Tropfen oder eine benetzte Stelle erreicht hat. Die Natur gebraucht das gleiche Mittel, um die Oberfläche des Auges mit Thränenflüssigkeit zu bestreichen. Der Spaltenraum, den der Bindehautsack zwischen den Augenlidern und dem Augapfel übrig läßt, ist sehr dünn. Da er aber eine beständig benetzte Oberfläche hat, so muß die gleichartige Vertheilung jedes neuen Absonderungstropfens mit großer Pünktlichkeit vor sich gehen.

104 Capillarität. — Bilden die Beschaffenheit und die Oberfläche der auf einander wirkenden Körper die Hauptbedingungen dieser Anziehungserscheinungen, so werden sie in dünnen Capillarröhren in auffallender Weise hervortreten, weil sich hier die Berührungsfläche der Wand in Verhältniß

zur Menge der Flüssigkeit bedeutend vergrößert. Die Gesetze, die hierbei auftreten, müssen innerhalb gewisser Grenzen auf einzelne Thätigkeiten unseres Organismus angewendet werden können. Denn viele der Röhren, in denen Flüssigkeiten fortbewegt werden, sind noch viel feiner, als die dünnsten Glasröhren, mit denen wir Capillarversuche anstellen. Die Durchmesser der feinsten Blutgefäße schwanken ungefähr zwischen $1/_{50}$ und $1/_{200}$ Millimeter. Die der kleinsten noch darstellbaren Lymphgefäße betragen nur $1/_{77}$, die der Harnkanälchen $1/_{18}$ bis $1/_{49}$ und die der Samenkanälchen beinahe $1/_{5}$ bis $1/_{8}$ Mm.

Wollen wir die Capillarerscheinungen, wie wir sie an todten und starren Röhren beobachten, auf die Verhältnisse des thierischen Körpers übertragen, so dürfen wir nicht die Vorzüge, die auch hier die organischen Apparate besitzen, aus den Augen lassen. Ihre Röhrenwände sind nachgiebig, porös und vollkommen gleichartig durchfeuchtet. Diese Eigenschaften begünstigen aber gerade das capillare Einsaugen von Flüssigkeiten in kleine Poren und entfernen einen großen Theil der Hindernisse, welche sehr dünne Röhren dem Durchgange von Flüssigkeiten entgegensetzen. Wir können deshalb geeignete Massen durch die feinsten Capillaren des Körpers unter einer Druckkraft, die noch lange nicht in weiteren unter Wasser mündenden Glasröhren hinreichen würde, durchtreiben.

Die Versuche, die an Capillarröhren angestellt werden, zerfallen in zwei Reihen. Die eine betrachtet die Wirkungen der Anziehungskraft in ruhenden Flüssigkeiten. Taucht man eine sehr dünne Glasröhre in Wasser, so erhebt sich in ihr eine Flüssigkeitssäule über dem Niveau des umgebenden Wasserspiegels. Die Größe, um die sie emporsteigt, heißt die Capillarhöhe. Die zweite Abtheilung dieser Untersuchungen dagegen beschäftigt sich mit den Veränderungen, welche sehr feine Röhren bei dem Durchfließen von Fluidis erzeugen. Beide Arten von Erscheinungen gestatten Anwendungen auf den lebenden Organismus, die uns bei den Verhältnissen der Endosmose und der Säftebewegung ausführlicher beschäftigen werden. 105

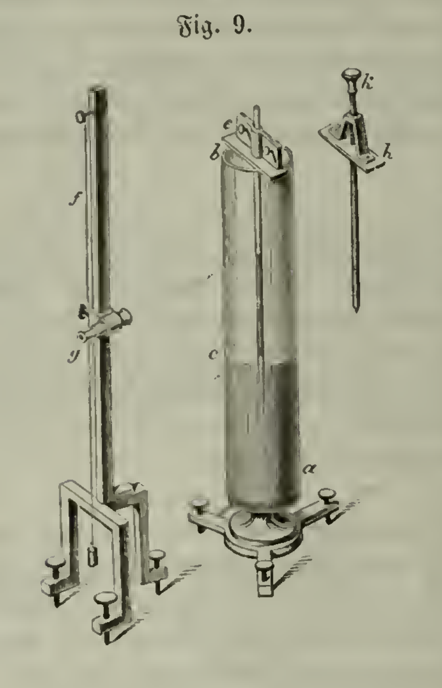
Es hängt zunächst von der Beschaffenheit der Flüssigkeit ab, ob eine Capillarhöhe oder gerade das Gegentheil derselben, eine Capillarsenkung, zu Stande kommt. Tauchen wir eine feine Glasröhre in Eiweißlösung oder Oel, so erhalten wir eine Capillarerhebung. Befindet sie sich dagegen in Quecksilber, so steht ihr Niveau tiefer, als das der übrigen Masse. Es ist überdieß in dem ersteren Falle concav, in dem letzteren dagegen convex. Kann das Fluidum die Innenwände der Röhre benetzen, so erhält dieser Umstand einen großen Einfluß auf das Ergebniß der Wirkung. Denn die Steighöhe erreicht dann einen bedeutenderen Werth, als wenn die Oberflächen trocken geblieben sind. Die Dicke der Röhrenwand dagegen ist für das Resultat gleichgültig. 106

Arbeitet man mit einer und derselben Flüssigkeit, so steht die Steighöhe, wenn die gehörige Benetzung Statt gefunden hat, in umgekehrtem Verhältniß zu dem Durchmesser der gebrauchten Glasröhren. Vergleicht man aber in dieser Beziehung verschiedene Fluida mit einander, so werden die Erscheinungen verwickelter. Die Eigenschwere und andere Ein- 107

flüsse[1]) oder überhaupt die Natur und der Wärmegrad[2]) der Masse treten hier als wesentliche Bestimmungsglieder des Ganzen auf.

Die von Gay-Lussac gebrauchte Vorrichtung, um die Steighöhe so genau als möglich zu messen, besteht in der Verbindung eines Maaßstabes mit einem Visirinstrument. Ein oben offener Glascylinder *a*, in dem die äußere Flüssigkeit bis zur Höhe von *c* aufgeschichtet ist, steht auf drei mit Schrauben versehenen Füßen, damit seine Bodenfläche vollkommen wagerecht gemacht werden kann. Die ähnliche Nebeneinrichtung hat auch der in einiger Entfernung befindliche Maaßstab *f*. Ein mit einem Fadenkreuz versehenes Fernrohr *g* kann an ihm auf und ab, oder an einer bestimmten Stelle festgeschraubt werden. Das Haarröhrchen *e* ist in einer kleinen Platte eingeklemmt, die man auf den ganz ebenen Rand *b* des Gefäßes *a* in der Mitte auflegt. Steht Alles senkrecht, so visirt man zuvörderst die obere Grenze der Capillarhöhe und bemerkt ihren Ort in Werthen des Maaßstabes. Ist dieses geschehen, so schiebt man die Platte *e* zur Seite und setzt an ihrer Stelle *h* auf. Man schraubt nun *k* so weit hinab, daß sie die Oberfläche von *c* genau berührt. Soll die Visirung dieser unteren Grenze durch keine falsche Lichtbrechung Störungen erleiden, so nimmt man ein wenig der äußeren Flüssigkeit mit einer langen Pipette fort. Der Unterschied der ersten und der zweiten Ablesung giebt die Capillarhöhe.

Fig. 9.



Obgleich die Unebenheiten der Flüssigkeitsspiegel und die Anziehungsverhältnisse des äußeren Fluidums zur Schraubenspitze Uebelstände sind, die sehr genaue Messungen in hohem Grade erschweren, so lehrt doch die Uebereinstimmung der theoretischen Berechnungen von Poisson[3]) mit den Erfahrungswerthen von Gay-Lussac für Wasser und Salpetersäure (nicht aber für Wasser und Weingeist), daß sich die Fehlerquellen der Messungen bis auf $^1/_{10}$—$^1/_{250}$ Millim. verkleinern können.

Die feinen Röhren, die man zu solchen Versuchen nimmt, müssen vollkommen rund und gleichförmig und nicht, wie viele der Art, platt gedrückt oder an der einen Seite enger, als an der anderen sein. Man bestimmt ihre Durchmesser an kleinen Querschnitten, die man sich nach Beendigung des Versuches verfertigt und mit dem Schraubenmikrometer unter dem Mikroskope untersucht, oder man mißt, wenn sie an beiden Enden geschlossen sind, die Länge des freien Innenraumes, wiegt sie leer und dann mit reinem Quecksilber gefüllt und berechnet die räumlichen Verhältnisse aus dem Gewichtsunterschiede beider Versuche. Anhang Nr. 7.

108 Die Einflüsse der Benetzung sind so bedeutend, daß bisweilen die Capillarhöhe unter den gleichen Verhältnissen nur halb so groß in trockenen, als in befeuchteten Röhrchen ausfällt. Die thierischen Theile, in denen Capillarerscheinungen zum Vorschein kommen, werden daher auch nach Maaßgabe ihrer Wasserdurchtränkung verschieden wirken. Tauchen wir eine Hautfläche in Wasser, so wird dieses zunächst durch den fettigen Ueberzug zurückgewiesen. Ist er überwunden, so dringt die Flüssigkeit im Anfange in die Spalten, welche die trockenen Oberhautzellen durchziehen,

---

[1]) S. D. Poisson, Nouvelle Théorie de l'Action capillaire. Paris, 1831. 4. p. 293.
[2]) Frankenheim in Dove und Moser's Repertorium der Physik. Bd. I. 1837. 8. Seite 86.
[3]) Poisson, a. a. O. p. 296.

langsamer ein. Sind sie aber vollkommen benetzt, so erscheinen günstigere Bedingungen. Die Hautdecken werden daher zuletzt um so schneller und rascher durchweicht.

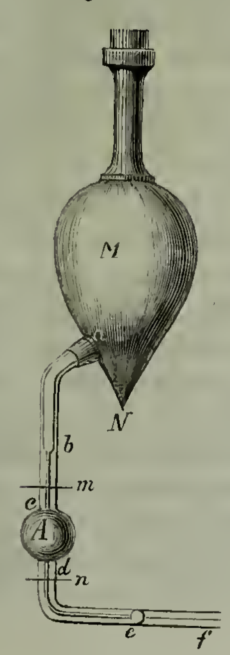
109 Temperaturschwankungen, wie sie in dem menschlichen Körper vorkommen, scheinen einen nur untergeordneten Einfluß auf diese Capillaritätsverhältnisse auszuüben. Sie müssen aber in dem lebenden Organismus durch die häufige Neutralisation der Schwere, die Abhaltung der Luft und die fortlaufende Umgebung flüssiger Theile wesentlich begünstigt werden.

110 Feine Leitungsröhren. — Gehen Flüssigkeiten durch dünne Röhren, so bemerkt man mehrere Eigenthümlichkeiten, die von den veränderten hydraulischen Verhältnissen und den stärker wirkenden Adhäsionserscheinungen abhängen.

Die Ausflußmenge von Wasser, Weingeist oder Aether, der in dünnen Röhren von hinreichenden Längen und gleichen Durchmessern fließt, ist nach Poiseuille den das Fluidum bewegenden Druckgrößen proportional. Bleiben aber diese, die Wärmegrade und die Durchmesser, unverändert, so verhalten sich die durchtretenden Flüssigkeitsquanta, wie die Röhrenlängen. Stimmen endlich alle übrigen Verhältnisse unter einander überein, so wachsen die Ausflußgrößen, wie die vierten Potenzen der Durchmesser verschiedenartiger Röhren. Anhang Nr. 8.

Alle diese Gesetze und vorzüglich die beiden ersteren Normen gelten jedoch nur, wenn die Röhrenlängen eine gewisse, nach Verschiedenheit ihrer Durchmesser wechselnde Grenze überschreiten. Sind sie kürzer, so wächst die Ausflußmenge rascher, als die Druckhöhe. Eine Röhre von 0,029 Millimeter Durchmesser entsprach noch, wenn sie selbst nur 2,10 Mm. lang war, dem allgemeinen Gesetze. Eine solche von 0,65 Diameter dagegen, die bei einer Länge von 384 Mm. der Regel genügte, wich schon von ihr bei 200 Millimeter ab.

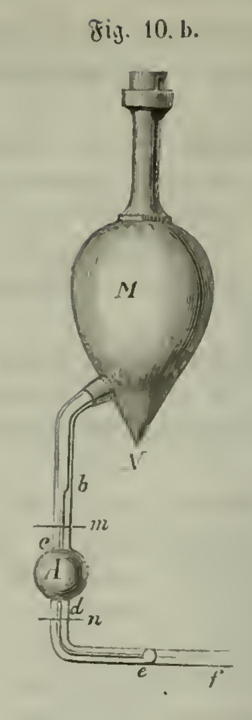
Fig. 10. a.



Der Apparat, dessen sich Poiseuille zu seinen genauen Versuchen bediente, besteht aus einem unten spitz zulaufenden Glasgefäße *M*, das oben mit einer Kupferröhre in Verbindung steht. Diese hat eine Anschwellung von der drei Aeste ausgehen. Der eine von ihnen verbindet sich mit einer Druckpumpe, der zweite mit einem Wasser- oder Quecksilbermanometer und der dritte mit einem kupfernen Luftbehälter von ungefähr 60 Litres Inhalt.

Eine Seitenöffnung *a* führt zu einer winkelig gebogenen Röhre *b*, auf die eine zur Raumvergrößerung bestimmte Anschwellung *A* und eine zweite rechtwinkelige Röhre *d e* folgt, *b c* und *d e* messen $^3/_4$ Millimeter im Lichten. Die zu prüfende Capillarröhre *e f* erweitert sich sehr rasch an ihrem einen Ende und heftet sich hiermit an den Kugeltheil *e* der Röhre *de*. Es läßt sich hierdurch ihre Länge genauer messen, als wenn sie sich in konischer Form anfügte. *m* und *n* sind endlich zwei horizontale Feilstriche, die als Grenzpunkte dienen und durch ein mit einem Fadenkreuze versehenes Fernrohr (Fig. 9) visirt werden. Der untere Theil des Apparates ist in ein Gefäß mit Wasser, dessen Spiegel ungefähr 1 Millim. unter *m* steht, eingetaucht. Es steht der Gleichheit der Temperatur wegen in einem zweiten Wasserbehälter.

Fig. 10. b.



Anhang Nr. 9.

Man taucht nun *f* in ein Glas, das destillirtes und mehre Male filtrirtes Wasser enthält, und zieht mittelst einer Saugspritze so viel ein, daß die Flüssigkeit *f e d c b a* ausfüllt und in *M* bis zur Höhe von *a* steht. Die spindelförmige Verlängerung *N* soll die Staubtheilchen, die sich in der Luft und dem Wasser befinden, in sich absetzen lassen, damit sie nicht den Durchfluß durch die Capillarröhren beeinträchtigen.

Hat man die Luft in dem kupfernen Behälter, der noch nicht mit *M* verbunden ist, durch die Druckpumpe bis zu der Spannungsgröße, mit der man ungefähr arbeiten will, verdichtet, so vereinigt man den zuerst erwähnten dreiästigen Ballon mit *M*, und öffnet dann den Luftraum absperrenden Hahn. Das zwischen *a* und *f* befindliche Wasser beginnt daher durch den Druck des Gases auszufließen. — Man visirt mit dem Fernrohr und läßt eine Secundenuhr, so wie der Wasserspiegel *m* erreichen wird, losgehen. Sie wird aber wieder eingestellt, so wie das Niveau *n* erreicht.

Man hat also in dem Raume *m c d n*, der früher auf das Genaueste bestimmt worden, das Maaß der Ausflußmenge, die zu einer gewissen Zeit gehört. Das Mittel der Manometerhöhen für die Zeiten, in denen eben das Wasser bei *m* und bei *n* vorbeigegangen, giebt den Druck und die unmittelbare Messung die Wärme der Gesammtflüssigkeit.

Die Benetzung übt auch hier einen bedeutenden Einfluß aus. Quecksilber liefert daher andere Resultate, als Wasser, Weingeist oder Aether. Die Geschwindigkeit wechselt übrigens, wie wir bei dem Capillarblutlaufe sehen werden, nach Verschiedenheit der durchgehenden Flüssigkeiten.

111 Es versteht sich von selbst, daß sich die eben entwickelten Gesetze auf die Verhältnisse des Blutlaufes anwenden lassen. Ein Quadratmillimeter Durchschnittsfläche der langen und dünnen Samenschlagader wird unter sonst gleichen Umständen in derselben Zeit weniger Blut, als ein eben so großer Querschnitt der breiten und kurzen Nierenarterie aufnehmen. Wir dürfen aber bei solchen Uebertragungen nicht vergessen, daß das Blut keine reine Flüssigkeit, sondern eine mechanische Mengung eines Fluidum und fester Körperchen bildet und die Röhrenwände selbst nachgiebig, zum Theil elastisch und an ihren Innenflächen in hohem Grade geglättet sind. Es muß sich daher der durch die Unebenheiten der festen Begrenzung bedingte Widerstand in hohem Grade verkleinern. Da überdieß die Adhäsion des Blutes an die Schlagadern geringer ist, als an Glas, Holz oder Metall, so verliert die Natur weit weniger Druckkraft durch störende Nebenverhältnisse, als wir in unseren hydraulischen Vorrichtungen.

112 Eine unter dem Mikroskope zu beobachtende Erscheinung kann uns unmittelbar die Richtigkeit dieses Ausspruches beweisen. Vergleicht man die Größen der Innenfläche und des Querschnittes unter einander, so wächst jene verhältnißmäßig stärker in dünnen, als in dicken Röhren. Ein Cylinder von 10 Millimeter Durchmesser hat 78,54 Quadr. Mm. und ein solcher von 1 Mm. Diameter 0,7854 Quadr. Mm. Querschnitt. Während also dieser um das Zehnfache mehr, als der Durchmesser abnimmt, verringern sich nur die Oberflächen wie die Durchmesser selbst. Sie stehen in einfachem, jene dagegen in quadratischem Verhältnisse der Diameter.

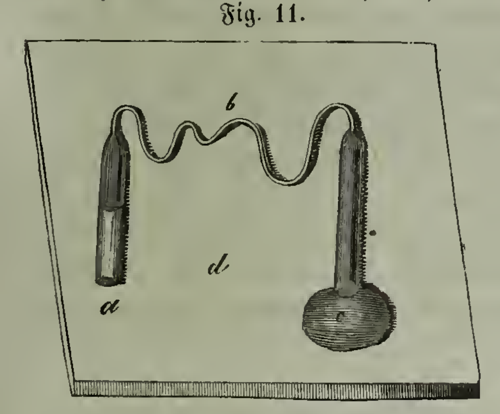
Wir haben früher gesehen, daß die Wirkungen der Adhäsion durch die Oberflächen bedingt werden. Sie erhalten mithin einen größeren Wirkungskreis in feinen, als in weiten Röhren. Dünne Cylinder unterwerfen einen verhältnißmäßig bedeutenderen Theil des ganzen Flüssigkeitsfadens der durch die Adhäsion bedingten Verzögerung. Es bildet sich eine langsamer fortschreitende Lage, die man mit dem Namen der linearen oder der unbeweglichen Schicht bezeichnet, im Umkreise des Ganzen.

Sie tritt zwar eben so gut in den lebenden Blutgefäßen, als in Glasröhren auf. Allein diese zeigen sie schon deutlich unter dem Mikroskope bei einem Durchmesser von ungefähr ¼ Millimeter, wenn blutiges Wasser durchströmt. Muß auch die größere Zähigkeit und der Druck des lebenden Blutes ihre Bildung eher begünstigen, als hindern, so bildet sie sich doch erst in Capillaren von feinerem Caliber. Die geringen Adhäsionsverhältnisse scheinen dieses vorzugsweise zu bedingen.

113 Die festen Körperchen, die das Blut führt, werden von den Wänden in geringerem Maaße, als von der Blutflüssigkeit angezogen. Diese erzeugt daher oft allein die unbewegliche Schicht. Werden aber zufällig einzelne Blutkörperchen in sie hineingetrieben, so bewegen sie sich langsamer und ruhen selbst einige Zeit. Die Lymphkörperchen des Blutes der Reptilien sind im Ganzen noch geneigter, diese Erscheinungen darzubieten.

Man kann sich die lineare Schicht durch einen einfachen Versuch zur Anschauung bringen. Man erweicht einen ungefähr 2 Centimeter langen Theil einer dickwandigen Glasröhre über der Glühlampe und zieht ihn auf ein Mal zu einem dünnen Faden aus. Es läßt sich auf diesem Wege ein feines Capillarröhrchen von ziemlich gleichen Durchmessern bereiten; die mehrfache Wiederholung des Glühens und Ausziehens dagegen führt immer zu bedeutenderen Verschiedenheiten des Calibers. Man biegt dann einen Theil desselben ungefähr, wie es *abc*, Fig. 11, zeigt und bricht später von *b* kleine Kreisstücke ab, um die Durchmesser mikrometrisch zu bestimmen. Es wird dann die zu prüfende Flüssigkeit in *abc* eingesogen, und das Röhrchen auf einer Glasplatte *d* auf den Objecttisch des Mikroskopes gelegt und in den Focus der Linsen gestellt. Will man nun das Ganze in Bewegung setzen, so braucht man nur an *a* und *c* ungleichhohe Flüssigkeitstropfen anzubringen. Beabsichtigt man mit größeren Druckkräften zu arbeiten, so kann man das eine Ende des Haarröhrchens mit der dickeren Röhre in Verbindung lassen, diese rechtwinkelig umbiegen und, nachdem man dieses Capillarröhrchen durch Einsaugen mit Flüssigkeit gefüllt, zweckmäßig aufstellen. Ein Haarröhrchen ist in der Regel nur zu einem Versuche anwendbar, weil seine vollkommene Reinigung, je feiner es wird, desto größere Schwierigkeiten darbietet.

Fig. 11.



Viele unverdünnte thierische Flüssigkeiten, wie Blut oder Milch, sind deshalb nicht zu diesen Versuchen zu gebrauchen, weil sie durch die zahlreichen in ihnen enthaltenen Körperchen zu undurchsichtig werden. Man verdünnt sie dann am besten durch eine schwache Eiweiß- oder Zuckerlösung.

1) Hatte ich mit Zuckerlösung verdünntes Menschenblut in ein Röhrchen von 0,239 Millim. Durchmesser gebracht, so lagen viele Blutkörperchen zur Zeit der Ruhe der Innenfläche der Begrenzung an. Entstand nun die Strömung, so gingen sie hier bedeutend langsamer, als die in der Mitte befindlichen, die in zahlreicher Menge angehäuft

waren, fort und standen zuletzt auch eher still. Sie waren übrigens in der linearen Schicht durch verhältnißmäßig größere Zwischenräume durchsichtiger Flüssigkeit geschieden, während dieses in dem centralen Theile nicht Statt fand. Blutiges Wasser aus der Brusthöhle eines Mannes, das bei 10° 5 C. ein spec. Gew. von 1,017 darbot, ergab die gleichen Erscheinungen in einem Röhrchen von 0,275 Millim. Sie zeigten sich endlich noch deutlicher in einem solchen von 0,235 Millim., das mit verdünntem Froschblute gefüllt war.

2) Wurde eine aus 4 Theilen Eiweißlösung und 1 Theil Oel bestehende Emulsion in ein Röhrchen von 0,280 Millim. eingeführt und die Strömung durch einen Oeltropfen angeregt, so rollten die einzelnen, hin und wieder durch Flüssigkeit der linearen Schicht getrennten Oeltropfen an den Wänden hin. Wiederholte man den Versuch in einem Röhrchen von 0,1!9 Millim. im Lichten und nahm als Anregungsmittel des Durchflusses Eiweiß von 1,029 spec. Gew., so strömten die an den Wänden befindlichen kleinen und von einander getrennten Oeltropfen langsamer, als die centralen, umfangreicheren. Ihre Bewegung ging jedoch noch verhältnißmäßig ziemlich rasch vor sich.

3) Milch, die ungefähr mit dem dreifachen ihres Volumens Zuckerlösung vermischt war, zeigte ähnliche Erscheinungen in einem Röhrchen von 0,214 Millim. Einzelne Milchkörperchen, die meist zerstreut an der Innenfläche des Röhrchens anlagen, liefen bei rascher Bewegung des Centralstromes langsamer, und standen bei geringerer gänzlich still.

Es kam in allen diesen Fällen häufig vor, daß sich einzelne Körperchen aus der Mitte in die innere Schicht verirrten, eine Zeit lang ruhten, viel langsamer fortrollten oder hin und her schwankten, bis sie wiederum durch zufällige begünstigende Nebenumstände in die Hauptströmung aufgenommen worden waren. Wir werden aber in der Folge sehen, daß alle hier erwähnten Erscheinungen in dem Blutlaufe der Capillaren wiederkehren.

114 Die Wärme beschleunigt den Durchgang des Wassers durch feine Röhren in hohem Grade. Schon Girard fand, daß sich die Ausflußmenge unter sonst gleichen Verhältnissen bei einer Erwärmung von 0° bis 86° C. vervierfacht. Legt man den von Poiseuille für 0° C. bis 45° C. gefundenen Wärmecoefficienten zum Grunde, so läßt sich berechnen, daß sich das Ausflußquantum sehr dünner Röhren von 0° C. bis 37°5 C. um das 2½fache (2,5738) steigert. Dem sei nun, wie ihm wolle, so kann man so viel annehmen, daß die Eigenwärme des Menschen und der höheren Wirbelthiere den Durchgang des Blutes durch die Capillaren begünstigen muß. Die Stockungen in den Haargefäßen der Haut, welche der Einfluß der Kälte nach sich zieht und die im Anfange eine hellrothe und später eine bläuliche Färbung hervorrufen, können hierdurch begünstigt, wo nicht bedingt werden. Die Verhältnisse der kaltblütigen Geschöpfe lehren aber deutlich, daß auch der Kreislauf jene durch die Wärme gegebene Nebenhilfe entbehren kann.

Anhang Nr. 9.

Porosität und Diffusion.

115 Die Quantität der Anziehungserscheinungen, die ein fester Körper auf eine ihn umgebende Flüssigkeit ausübt, steigt mit den Größen der einander berührenden Oberflächen. Bildet die dichte Masse ein feines Pulver, das nur sehr kleine Spalten für die Aufnahme des Fluidum übrig läßt, so werden sich jene Wirkungen weit mehr vervielfältigen, als in einer dünnen Haarröhre oder einem feinen, zwischen zwei ebenen Flächen befindlichen Spaltenraume; denn die thätige Oberfläche nimmt in der gepul-

verten Substanz unverhältnißmäßig zu. Die eigenthümlichen Anziehungskräfte, die immer nur in kleinen Entfernungen wirken, finden hier die angemessensten räumlichen Bedingungen. Sie können daher auch weit eher die Gegenerscheinungen der Schwere oder anderer feindlicher Verhältnisse überwinden. Was wir an Haarröhrchen oder feinen Spalten wahrnehmen, beruht zwar im Wesentlichen auf den gleichen Grundgesetzen. Allein ihre Einflüsse werden hier noch durch Nebenverhältnisse eher gestört, als unter jenen günstigeren Bedingungen, in denen möglichst ausgedehnte anziehende Oberflächen und sehr kleine Flüssigkeitssäulen gegenüberstehen.

Fällt man salpetersaueren Baryt durch schwefelsaueres Natron, so führt, nach Mitscherlich, die Flüssigkeit, die zwischen dem abgesetzten Pulver der schwefelsaueren Schwererde enthalten ist, viel mehr salpetersaures Natron, als das darüber stehende Fluidum. Sollten nicht eine reine Lösung dieses Salzes eine ähnliche Verschiedenheit der Eigenschwere bei ruhigem Stehen in höheren oder tieferen Lagen darbieten, so würde der Versuch anschaulich machen, wie die vergrößerte Oberfläche eines anderen festen Körpers die Anziehungseinflüsse ändert.

Durchtränkung. — Kommt ein feines und trockenes Pulver mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit in Berührung, so saugt es sie ein. Es füllen sich zuerst die zunächst gelegenen Zwischenräume. Da ihnen aber ihre Nachbaren flüssige Theile entziehen, so ergänzen sie den Verlust durch neue Aufnahme. Das Fluidum dringt im Anfange am schnellsten in die Masse ein. Die Bewegung nimmt aber später ab und hört endlich zuletzt gänzlich auf. 116

Matteucci und Cima [1]) suchten die Einflüsse, welche die verschiedenen Flüssigkeiten in dieser Hinsicht ausüben, durch eine Versuchsreihe zu bestimmen. Sie schlossen an einem Ende Röhren von ungefähr 2 Centimeter Durchmesser durch ein poröses Gewebe, füllten sie mit fein gesiebtem und ausgeglühten Sand, und senkten sie ungefähr 5 Millimeter tief in verschiedene Flüssigkeiten, deren Spiegel beständig erhalten wurde. Während das Eiweiß, das mit gleichen Theilen Wasser verdünnt war, eine Steighöhe von 35 Mm. für eine bestimmte Zeit lieferte, gab Milch 55, Kochsalzlösung 58, destillirtes Wasser 60, Serum 70 und eine Lösung von kohlensauerem Natron 85 Mm. Weingeist durchfeuchtete Glaspulver bis 175 und Wasser bis zu 85 Mm. Jener ging 125, dieses dagegen 60 Mm. in Holzspänen empor.

Enthielt die eine Röhre doppelt so viel gepulverten Glases, als die andere, so drang das Wasser in der ersteren bis zu 170 und in der letzteren zu 107 Mm. vor. Stieg Wasser von + 15° C. und solches von + 55° C. in den gleichen Sandröhren empor, so befand sich die wärmere Flüssigkeit im Vortheil. Sie erhob sich in 70 Secunden um ⅔ und in 11 Minuten 13 bis 14 Mal so hoch, als die kältere.

Mag nun auch die genaue Messung der Steighöhe, die Füllungsart des feinen Pulvers und die schwer abzuweisende Verdunstung Versuche der Art in ihren Zahlenresultaten unsicher machen, so bestätigen sie doch wenigstens im Allgemeinen, was wir früher von den Anziehungsverhältnissen kennen gelernt haben. Die Größe, bis zu der das Wasser vordringt, soll sich übrigens nach Matteucci nicht ändern, es mag sich ein mit Wasserdunst gesättigter Luftraum über dem Sande befinden oder nicht.

Jeder poröse Körper der organischen oder unorganischen Natur wird ähnliche Wirkungen ausüben. Viele von ihnen saugen schon aus der Luft Wasser ein, weil die freien Oberflächen ihrer Molecüle Wasserdunst anzie- 117

---

[1]) C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi. Pisa, 1844. 8. pag. 21 — 24.

hen und verdichten. Es entwickelt sich dabei eine gewisse Menge Wärme und Elektricität. Erreichen diese Eigenschaften eine merkliche Höhe, so wird der Körper hygroskopisch.

118 Berühren einander poröse Substanzen und Flüssigkeiten, zu denen sie Anziehung haben, so füllen sich die Spaltenräume der festen Masse. Diese schwillt daher um so stärker auf, je weicher sie ist und je mehr sie eingesogen hat. Die günstigsten Bedingungen der Durchtränkung oder der Imbibition finden sich aber in den meisten organischen Gebilden, die mit wäßrigen Lösungen in Verbindung kommen. Ein Schwamm füllt sich dann mit Wasser und der gekaute Bissen mit Speichel.[1])

Vorgänge der Art scheiden leicht feste Gemengtheile mechanischer Mischungen von ihrer Grundflüssigkeit ab. Nur die tropfbare Flüssigkeit wandert in den dünnen Spaltenräumen weiter. Das Ausfließen eines Dintenkleckses auf Löschpapier kann uns dieses schon deutlich zeigen. Das Filtriren beruht auf demselben Principe.

Eine vollkommene Flüssigkeit wird unverändert durch ein Filtrum durchgehen, es sei denn, daß die Berührung mit den anziehenden Oberflächen Zersetzungen veranlaßt. Haben wir dagegen eine zähflüssige Masse, z. B. eine Eiweißlösung, die nur eine unächte Solution bildet, so müssen die Filtrationserscheinungen mit der Verschiedenheit des Filtrirapparates wechseln. Ein mit größeren Poren versehenes Filtrum wird mehr Eiweiß und ein mit kleineren Zwischenräumen ausgerüstetes größere Mengen von Wasser durchlassen.

Da nun die organischen Faserhäute als fein gewebte Filtra dienen können, so muß auch das Gleiche in ihnen eintreten. Dieser für die physiologische Anwendung wichtige Satz bestätigte sich auch durch unmittelbare Versuche. Sie beweisen zugleich, wie genau die Fasern der porösen Häute der Thiere verwebt sind.

Das in größeren Stücken abgezogene und getrocknete Brustfell des Pferdes liefert einen zu solchen Beobachtungen brauchbaren Theil. Es bildet ein halbdurchsichtiges, postpapierdünnes Häutchen, das eine ziemliche Elasticität besitzt und daher auch eine gewisse Anspannung verträgt.

Man nimmt eine mit einem vorstehenden Rande versehene Cylinderröhre *a* (Fig. 12) und schließt ihr unteres Ende durch ein ausgespanntes Pleurastück, *bc*, das man durch feinen Bindfaden befestigt. Seine Seitenwand wird mit einer hinreichend starken Auflösung von gutem Siegellack in absolutem Weingeist überzogen, damit sie nach dem Trocknen desselben durch ihn geschützt sei.

Fig. 12.



Handelt es sich in solchen Versuchen um genaue Maaß- und Gewichtsbestimmungen, so führt die Wasserverdunstung wesentliche Störungen mit sich. Sie läßt sich aber vermeiden, wenn man den Apparat in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum versetzt.

Man hängt zu diesem Zwecke die Cylinderröhre *a*, in welche die Filtrirsubstanz kommt, in einen anderen größeren Behälter *d* so ein, daß der vorstehende Rand von *a* sicher aufliegt, nicht aber luftdicht schließt. Nun wird *b* in ein Wassergefäß *ef* gebracht und eine Glasglocke oder ein Gefäß *g* umgekehrt darüber gestellt. Ruht das letztere nicht hermetisch auf, so kann die mit Wasserdunst gesättigte in *g* enthaltene Luft, wenn sie sich durch den Wechsel des Barometerstandes oder der Wärme ausdehnt, in einzelnen Blasen durch das Sperrwasser austreten. Dieses steigt dagegen unter den entgegengesetzten Verhältnissen in dem Umsturzgefäße.

[1]) Vergl. Oesterlen in Roser's und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. 1842. 8. S. 171, 327, 421 u. 600.

Verhütet man aber hierdurch den Nachtheil der Verdunstung, so erzeugt der Apparat einen anderen Uebelstand, wenn man mit starken Salzlösungen arbeitet, denn diese werden dann durch Wasseranziehung schwerer. Steigt die Temperatur während des Versuches in hohem Grade, so kann selbst noch etwas Wasser aus anderen Flüssigkeiten davongehen. Das bloße Umstürzen eines Glases über den Apparat ohne Wasserabsperrung reicht aber in keinem Falle hin.

Eine Kochsalzlösung, die durch eine einfache Schicht der Pleura filtrirt wurde, sonderte sich so, daß der auf dem Filtrum gebliebene Rückstand 20,023% und der durchgegangene 20,000% Salz enthielt. Der Unterschied fiel also so gering aus, daß er von Beobachtungsfehlern, der Wasseranziehung oder der Auflösung der Substanz der Pleura selbst herrühren konnte.

Hühnereiweiß, das mit dem Sechs- bis Siebenfachen Wassers verdünnt und mehre Male durch gutes Filtrirpapier getrieben war, schied sich trotz der Verdünnung in ungleicher Weise. Die Eigenschwere des Filtrumrückstandes glich 1,027 und die des Filtrirten 1,023. Serum von Rindsblut, das ursprünglich ein specifisches Gewicht von 1,022 hatte und auf gleiche Art behandelt wurde, lieferte 1,023 und 1,004. War dagegen der größte Theil des Eiweißes durch zweimaliges Kochen gefällt, so führte das, was oberhalb des Brustfelles blieb 1,783% und das Durchgegangene 1,485% fester Stoffe. Jenes war ungefähr um $^1/_{20}$ concentrirter, dieses um $^1/_9$ verdünnter geworden.[1]

Da das frische Blut 6,9% Eiweiß enthält, so müßten diese Abweichungen noch bedeutender werden, wenn man in ähnlicher Weise mit ihm und feuchten serösen Häuten experimentiren könnte.

Wurde der Cylinder durch eine doppelte Lage von Brustfell geschlossen, so ging in zwei Versuchen nicht ein Tropfen der oben erwähnten Eiweißlösung, die zu einer Höhe von 5 Centimeter aufgeschichtet war, innerhalb 8 Tagen durch. Ein doppeltes Filtrum des besten Papiers würde kaum dieses Ergebniß liefern können.

Lastet ein starker Druck auf einer organischen Haut, so werden hierdurch die Poren vergrößert. Eiweißlösungen, die sonst nur verändert durchtreten, können jetzt eher in ihrem ursprünglichen Cohäsionsgrade weiter gehen. Wir werden aber in der Folge sehen, wie diese und ähnliche Verhältnisse auf einzelne Grunderscheinungen der vegetativen Thätigkeiten einwirken und sie bis zu einem gewissen Grade labil machen.

Der Anziehungsgrad der festen Theile zu den der Wirkung ausgesetzten Oberflächen kann einen wesentlichen Einfluß auf die Verhältnisse der Durchtränkung und deren Folgen ausüben. Ein Stück Haut weicht binnen Kurzem in Wasser, nicht aber in Weingeist auf. Füllt man eine thierische Blase mit wäßrigem Weingeist, so zieht sie Wasser an und läßt es an ihrer Oberfläche verdunsten. Der Alkohol wird dadurch dichter. Der Aufenthalt in einer Kautschuckblase macht ihn dagegen aus umgekehrten Gründen wäßriger.[2]

Die Einwirkung der zahlreichen Oberflächen kleiner dichter Massen, durch die eine Flüssigkeit durchdringt, scheint selbst die Bestandtheile der letzteren ändern zu können. Berzelius bemerkte schon, daß eine Salzlösung, die durch eine lange mit Sand gefüllte Röhre strömt, an Eigenschwere verliert. Ließ Matteucci[3]) eine solche Solution einen 8 Meter langen Weg der Art durchgehen, so verhielt sich das spec. Gew. der ablaufenden Flüssigkeit zu dem der ursprünglichen = 0,91 : 1. Kohlensaures Natron dagegen, das durch 3 Meter Sand strömte, lieferte ein anderes Ergebniß. Die Eigenschwere erhöhte sich um 0,005, ein Werth, der vielleicht von Verdunstungserscheinungen oder anderen Störungen herrührte.

119 Betrachten wir zunächst das Filtriren als die häufigste technische Anwendung der Durchtränkung, so saugen sich die Spaltenräume des Papiers mit der ihnen dargebotenen Flüssigkeit voll. Hat dieses einen ge-

---

[1]) Repertorium Bd. VIII. Bern, 1843. 8. S. 70 — 76.

[2]) E. Brücke in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. Leipzig, 1843. 8. S. 86. 87.

[3]) Matteucci a. a. O. p. 24.

wissen Grad erreicht, so gewinnen bald die Schwereverhältnisse der an der unteren freien Seite auftretenden und sich durch die Adhäsionsanziehung vergrößernden Tropfen das Uebergewicht; sie treten daher den Anziehungserscheinungen der Capillarwände auf eine wirksame Weise entgegen. Es sammelt sich eine Masse, die endlich durch ihr Gewicht abgerissen und zu Boden gezogen wird. Indem sich dieses wiederholt, entsteht eine fortwährende Strömung in den Spalträumen des Filtrums. Die Ruhe, welche die bloße Durchtränkung ohne den Sieg der Schwere erreicht, geht auf solche Art verloren.

Die Größe der Poren und die Verhältnisse der Anziehung der Oberfläche der Haarräume zu der gebrauchten Flüssigkeit bestimmen die Nebenwirkungen. Nehmen wir schlechtes Filtrirpapier oder seihen gar eine Flüssigkeit durch Leinwand, so sind die Durchgangsräume so groß, daß nur die Anziehung der Wände einen Theil des Umkreises durchgreifend beherrscht. Ein mittlerer Flüssigkeitsfaden läuft wie durch eine weite Röhre durch. Man filtrirt daher rascher; allein zähe Substanzen und selbst feste beigemengte Körper werden nicht vollkommen abgesondert. Ist eine Mischung kleinen Poren dargeboten, so werden sie auch diejenigen Bestandtheile, die sie leichter anziehen, eher durchlassen. Die schon früher erwähnten Verhältnisse der thierischen Häute zu Weingeist und Wasser können auch diesen Satz belegen.

120 Diffusion. — Sind zwei Flüssigkeiten durch einen mit einem Fluidum gefüllten Spaltenraum geschieden, so werden sie sich durch ihn in Verbindung setzen. Trennt man vorsichtig Wasser und Zuckerlösung durch einen Quecksilbertropfen, der den Durchmesser der Röhre, wie es scheint, vollkommen ausfüllt, so reicht die zwischen dem Metall und dem Glase übrig bleibende Haarspalte hin, um Zucker zum Wasser und dieses zur Zuckerlösung zu führen.[1]) Da nun die thierischen Theile porös und in der Regel mit wäßrigen Lösungen durchtränkt sind, so müssen sie die gegenseitigen Wirkungen verschiedener an ihren beiden Oberflächen befindlichen Flüssigkeiten oder die Diffusion derselben mit Leichtigkeit gestatten. Man nennt auch die Strömung, die auf solche Art von einer äußeren dünneren Flüssigkeit zu einer inneren dichteren hinübergeht, die Endosmose und die entgegengesetzte die Exosmose.

Da diese Erscheinung eine bloße Folge der Anziehungsverhältnisse darstellt, so läßt sie sich eben so gut an unorganischen, als an organischen Scheidewänden nachweisen. Glimmerblättchen von 1 Millim. Dicke können nach Dutrochet Diffusionen, die nur langsamer, als durch thierische Häute zum Vorschein kommen, vermitteln. Haben sie aber 4 Millim. Dicke, so bleibt die Strömung aus[2]). Nicht poröse Lamellen von Quarz trennen dagegen beide Lösungen eben so vollkommen als dicke Platten von Metall oder anderen dichten Körpern.

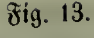
Die sogenannten Endosmometer[3]) bestehen in einfachen mit einer Steigröhre versehenen Vorrichtungen, in denen die beiden Flüssigkeiten durch eine organische Haut von einander

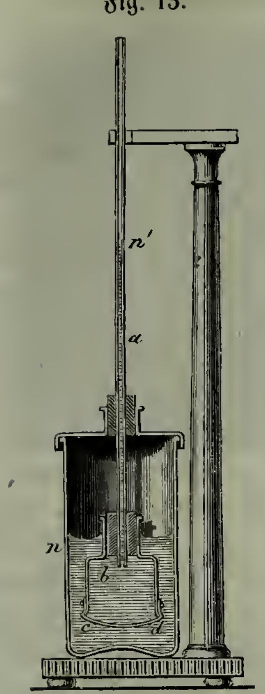
---

[1]) Jerichau in Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIV. Leipzig, 1835. 8. S. 614.

[2]) Poggendorff's Annalen. Bd. XI. Leipzig, 1827. 8. S. 139.

[3]) Die Abbildung eines doppelten Endosmometer von Matteucci und Cima findet sich in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIII. Paris, 1845. 8. Tab. I.; die eines Apparates von Brücke, um die durch einen Spaltenraum bedingte Steighöhe nicht verdampfbarer Flüssigkeiten zu messen, in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. Leipzig, 1843. 8. Taf. I. Fig. 6.


Fig. 13.



geschieden werden. Ein unten offener Behälter *b*, Fig. 13, wird durch eine thierische Membran *cd* geschlossen und oben mit einer Steigröhre *a* versehen. Ist *a* mit der einen Flüssigkeit bis zur Höhe *n'* gefüllt, so führt man die Steigröhre durch den Deckel eines anderen Gefäßes, der die zweite Flüssigkeit bis zum Spiegel *n* enthält und richtet das Ganze so zusammen, wie es Fig. 13 darstellt. Ein Trichter, an dem eine lange dünne Röhre angelöthet ist, kann im Nothfalle den Dienst als innerer Behälter versehen.

Wirken beide Flüssigkeiten aufeinander, so ändern sich die Höhen von *n* und *n'*. Da aber die Steigröhre *a* den kleinsten Querschnitt hat, so wird sie den größten Ausschlag geben. Man bringt deshalb eine Skala an oder neben ihr an oder bezeichnet an ihr eine Stelle mit einem Feilstrich, um den Abstand der Wasserfläche von ihr aus als dem Nullpunkte messen zu können. Ist dieser der Capillarität wegen concav, so muß man immer den tiefsten Punkt der Krümmung ins Auge fassen. Will man ihn mit einem Fadenkreuzfernrohr visiren, so verfährt man, so wie es Fig. 9 abgebildet worden ist.

121 Die durch eine poröse Scheidewand vermittelte Diffusion zweier verschiedener Flüssigkeiten ändert ihre Volumina, ihre Gewichte und ihre Eigenschweren. Die Art und Weise, wie dieses geschieht, hängt von der Füllung der Spaltenräume der Haut, der chemischen Beschaffenheit der Fluida, ihrer gegenseitigen Verwandtschaft und der Anziehung der Oberflächen der Poren der Scheidewand ab. Die Einflüsse werden daher hier so verwickelt, daß sie sich nicht von einem theoretischen Standpunkte allseitig verfolgen lassen.

122 Die erste Grundbedingung der Diffusion liegt in der Füllung der Haarspalten des Trennungskörpers mit einer geeigneten Flüssigkeit. Diese muß nämlich von den beiden anderen Fluidis oder wenigstens bis zur gegenseitigen Durchdringung von einer derselben angezogen werden. Geschieht es nicht, so wirkt die Porenflüssigkeit, sobald sie nicht durch Druck oder auf andere Weise entfernt worden, gleich einem festen Körper, der die Zwischenräume verstopft. Sie macht daher jede Diffusion unmöglich.

123 Befindet sich Luft in den Haarspalten der Scheidewand, so muß sie zuerst durch Flüssigkeit verdrängt werden. Eine Durchweichung geht daher dann der Diffusion voran. Diese leitet sich auch deshalb in trockenen Scheidewänden später, als in feuchten ein. Ist der Druck gering und die Haut sehr dick, so kann sie durch zurückbleibende Luftmassen gestört werden.

Verstopfen feste Körper die Haarspalten, so verliert die Trennungsmasse ihre Vermittlungsrolle für den Diffusionsproceß. Veranlaßt die gegenseitige Einwirkung der beiden gesonderten Flüssigkeiten einen Niederschlag, so füllen sich häufig die Poren der Haut mit dichten Molecülen. Der Diffusionsstrom wird daher nach und nach verzögert und steht endlich vollkommen still. Läßt dagegen erst die Strömung den Absatz jenseits der Scheidewand zu Stande kommen, so fällt auch dieses Hinderniß hin-

weg. Zäher Schleim oder dickes Eiweiß können als unächte Lösungen die Diffusion in hohem Grade verlangsamen.

124 Die Atome des Baumöls und des Wassers haben eine so geringe Anziehung zu einander, daß sie sich nicht gegenseitig durchdringen und von selbst zu einer Flüssigkeit zusammengehen. Sie schließen sich daher auch wechselseitig in der Diffusion aus. Eine mit Oel durchtränkte thierische Haut weist Wasser oder eine wäßrige Lösung und umgekehrt zurück. Wird dagegen einer der wirksamen Stoffe von dem Oele angezogen, so kann die Strömung zu Stande kommen. Eine mit Leinöl abgeriebene thierische Haut hebt daher die Diffusion von schwefelsaurem Kupferoxyd und Eisenkaliumcyanur auf; sie gestattet jedoch die von essigsauerem Kali und chromsauerem Bleioxyd.[1])

125 Befinden sich die gleichen Flüssigkeiten zu beiden Seiten der organischen Haut, so sollte, wie es scheint, keine Diffusion zu Stande kommen, weil überall die Anziehungen zu den Oberflächen der Haarspalten und der Fluida zu einander im Gleichgewichte sind. Wäßrige Lösungen nehmen aber Stoffe der thierischen Haut in ungleichem Maaße auf, denn diese hat bei ihrer Dicke eine andere Beschaffenheit an der einen, als an der entgegengesetzten Oberfläche. Die Verhältnisse des Druckes, der auf sie wirkt, weichen überdieß ebenfalls ab. Zwei gleiche Lösungen können deshalb nicht vollkommen unverändert bleiben.

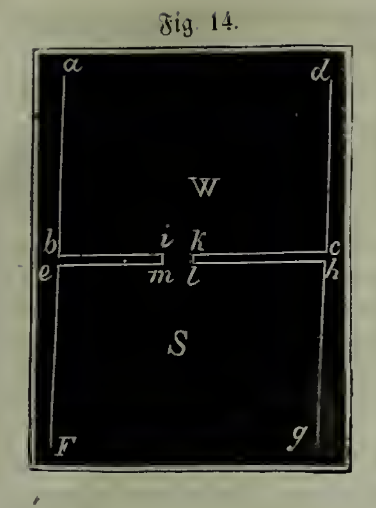
126 Ist die eine Flüssigkeit Wasser und die andere eine dichtere Lösung, z. B. von Kochsalz, Gummi, Zucker oder Eiweiß, so zieht diese Wasser an und giebt dafür einen Theil ihrer festen Stoffe zurück, bis ein gegenseitiges Gleichgewicht hergestellt ist. Die stärkere Lösung nimmt daher an Volumen zu und an Eigenschwere ab; das Wasser dagegen wird dichter und vergrößert sein specifisches Gewicht. Aehnliche Erscheinungen kehren bei der Wechselwirkung concentrirterer und wäßrigerer Lösungen wieder. Nebenumstände, auf die wir später zurückkommen werden, können jedoch die Ergebnisse wesentlich verändern.

Ist es bis jetzt nicht den Bemühungen der größten Mathematiker gelungen, eine genügende Theorie der Capillaritätserscheinungen zu liefern, so darf es nicht befremden, wenn noch eine Lücke der Art in der Lehre von der Diffusion der Flüssigkeiten besteht. Die Grundbedingungen der Anziehung werden hier nicht nur verwickelter, sondern es kommen noch andere Verhältnisse, wie die Verwandtschaften der Flüssigkeiten, die Beziehungen der in ihnen gelösten festen Stoffe zu dem lösenden Menstruum, die Ungleichheit der einzelnen Lagen der organischen Scheidewand, die Wechselverhältnisse des Druckes, die Nachgiebigkeit der thierischen Haut und die Vergrößerung der Spalträume hinzu. Die Erfahrung ist meist deswegen nicht im Stande, vollständige Versuche, von denen der Mathematiker ausgehen könnte, zu liefern.

Wollen wir uns aber wenigstens die allgemeinsten Erscheinungen anschaulich machen, so müssen wir die einfachsten Bedingungen voraussetzen. Gesetzt, der von *a b c d*, Fig. 14, (s. S. 63) eingeschlossene Raum *W* sei mit Baumöl und der von *f e h g* umschriebene *S* mit Terpentinöl gefüllt. Beide werden durch eine Scheidewand *b c h e*, welche den Spaltenraum *i k l m* besitzt, geschieden und alle Wände seien von Glas oder

[1]) Kürschner, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. S. 56. 57.

Fig. 14.



einem Körper, der die gleichen Anziehungserscheinungen zu jenen Oelen darbietet. Ist ursprünglich *i k l m* mit Baumöl gefüllt, so wird es bei *m l* mit dem Terpentinöl in Berührung kommen und sich mit ihm, so weit es seine Molecularverhältnisse gestatten, zu mischen suchen. Die eine Seite der Diffusionswirkung geht also von der Anziehungsgröße der beiderseitigen Flüssigkeiten aus. Wir wollen sie kurz den Mischungsstrom nennen.

Benetzt man Glas mit Terpentinöl, so breitet es sich an ihm stärker aus, als Baumöl.[1]) Es wird daher auch das letztere von den Wänden *k l* und *i m* des Spaltraumes verdrängen. Wir erhalten so eine zweite Wirkung, die durch die ungleichen Anziehungsverhältnisse der Substanz der Poren zu einer der beiden Flüssigkeiten bedingt wird und die wir mit der Bezeichnung des Wandstromes belegen wollen. Es müssen daher nicht bloß die durch die poröse Scheidewand abgesperrten Fluida, sondern auch die Verhältnisse des festen Trennungskörpers in Betracht kommen.

Man könnte auf den ersten Blick glauben, daß das Wirkungsmaaß der Wände der Poren durch die Steighöhe, die die Flüssigkeiten in Capillarröhren darbieten, gegeben wäre. Allein die Erfahrung lehrt, daß dieses bei vielen Körpern nicht der Fall ist.[2]) Wir dürfen auch nicht vergessen, daß die Schwerkraft in den gewöhnlichen Capillaritätsversuchen der Steighöhe merklich entgegenwirkt. Hebt man ihren Einfluß auf, so geht die Flüssigkeit in engen wie weiten Röhren bis zu deren oberem Ende empor (Plateau).[3]) Die Spalträume der Scheidewand, welche die Diffusion vermittelt, enthalten aber von vorn herein ihrer ganzen Länge nach Flüssigkeiten, ohne daß eine Nebenkraft Luft statt derselben einführte.

Denken wir uns, *W* sei reines Wasser und *S* Kochsalzlösung, so werden schon die Verhältnisse verwickelter. Die Atome des Wassers hängen durch ihre eigene Anziehung zusammen, während überdieß die Attraction der Molecüle des Wassers zu denen des Kochsalzes in der Salzlösung hinzukommt. Dieser Unterschied muß hier das Bestreben des Mischungsstromes veranlassen. Atome des Kochsalzes werden allein oder von verdichteter Wasseratmosphäre umgeben von den Atomen des Wassers und umgekehrt angezogen. Wenn also das Wasser Salz und die Salzlösung Wasser aufnimmt, so wandert nicht diese als solche zu jener über, sondern wir haben uns den Hergang auf die geschilderte Weise molecularer vorzustellen.

Ist aber *i k l m* im Anfange mit Wasser gefüllt, so wird die Anziehung von *i k* und *l m* das Fernere bestimmen. Reines Wasser steigt in Capillarröhren höher, als fast alle Salzlösungen[4]). Nehmen wir an, *i k* und *l m* ziehen Wasser begieriger an, als eine Auflösung von Kochsalz, so wird der Wandstrom die Richtung des ursprünglichen Mischungsstromes verstärken. Es geht daher mehr Wasser in die Salzlösung, als umgekehrt, über. Dieses Wechselverhältniß muß so lange dauern, bis sich beide Fluida, so weit es die Nebenverhältnisse gestatten, in ihrer Sättigung mit dem festen Körper ausgeglichen haben[5]).

---

[1]) C. Bruecke, De Diffusione humorum per septa mortua et viva. Berolini, 1842. 8. p. 24. 25. Poggendorff's Annalen. Band LVIII. Leipzig, 1843. 8. S. 80. 81.

[2]) Jerichau in Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIV. S. 621. Liebig und Poggendorff in Wöhler's Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. Braunschweig, 1843. 8. S. 598.

[3]) Ebendaselbst. Bd. I. Seite 75.

[4]) Frankenheim in Dove und Moser's Repertorium der Physik. Bd. I. Berlin, 1837. 8. S. 86 — 88.

[5]) Geschüttelte, aber nicht völlig mischbare Flüssigkeiten, wie Aether und Wasser, in denen Sublimat oder Kleesäure aufgelöst sind, scheiden sich in der Ruhe dergestalt, daß das obere ätherreiche und das untere wasserreiche Fluidum ungefähr gleiche Bruchtheile der Mengen des Körpers, die sie bei der gegebenen Temperatur auflösen, enthalten. Siehe

Ist W eine verdünntere und S eine concentrirtere wässrige Lösung desselben Körpers, so wird der gleiche Fall wiederkehren. Sind aber beide Solutionen verschiedener Körper, so müssen die Anziehungen derselben zu einander und zu den Wandungen den Hergang bestimmen.

Wirken die Wände der Poren auf die eine Flüssigkeit günstiger, als auf die andere, so wird auch jene bei dem Diffusionsstrome im Vortheil sein. Trennt man Wasser und Weingeist durch ein aufgeweichtes Stück Blase, so geht mehr Wasser in den Weingeist über [1]). Eine Kautschuckscheidewand dagegen ruft das entgegengesetzte Resultat hervor.

Kleinere Poren werden die Folgen des Wandungs- und größere die des Mischungsstromes begünstigen. Die Eigenschaften des Trennungskörpers müssen das Uebergewicht in jenem und die der Flüssigkeiten in diesem Falle gewinnen. Da aber der Druck, die chemische Beschaffenhenheit und die lebendige Zusammenziehung die Grundverhältnisse umändern können, so ergiebt sich von selbst, wie der lebendige Organismus die bedeutendsten Verschiedenheiten der chemischen Resultate zu erzielen vermag, ohne die Bahn der physikalischen Bedingungen zu verlassen.

127 Haben beide wäßrige Lösungen die gleiche Eigenschwere, enthalten sie aber verschiedene feste Körper, so erzeugen diese eine Diffusionsströmung. Das specifische Gewicht ändert sich daher im Anfange, gleicht sich aber wieder am Schlusse der Einwirkung aus [2]).

128 Sind die Eigenschweren der beiden wäßrigen Lösungen ungleich, so geht in der Regel die lebhaftere Strömung von der leichteren zur schwereren, die meist das Wasser mit größerer Kraft anzieht, über. Diese Norm kann jedoch auch durch Nebenverhältnisse geändert werden. Einzelne Säuren, wie Salz- oder Salpetersäure, sollen bisweilen trotz bedeutendern Eigenschweren in stärkerem Maaße zum Wasser hinüberwandern (Dutrochet) [3]).

129 Erzeugt die Vermischung der beiden von einander abgesperrten Flüssigkeiten einen Niederschlag, so tritt er in der Regel an einer Seite [4]), und zwar da, wo das Volumen zunimmt, hervor. Aendert sich jedoch die Richtung der Strömung, so vermag auch dieses Verhältniß zu wechseln [5]). Eine reichliche Fällung verdünnt die übrige Lösung und kann hierdurch die Diffusionsbedingungen umgestalten [6]).

130 Setzt sich der Niederschlag in den Poren der Scheidewand ab, so wird hierdurch die Wechselwirkung beeinträchtigt oder aufgehoben. (§. 123.) Die hemmende Wirkung kann sich jedoch auch mit der Verschiedenheit der Anziehungsverhältnisse der beiden Flüssigkeiten ändern. Eine mit essigsauerem Bleioxyd durchtränkte Blase, in derem Innern eine Fällung durch chromsaueres Kali erzeugt worden war, hinderte die Strömung zwischen essigsauerer Blei- und chromsauerer Kalilösung. Wurde aber die letztere mit vielem Zucker versetzt, so überwand die Anziehung, welche die Zuckermolecüle auf das Wasser ausübten, den Widerstand des Niederschlags. Es ging Wasser durch die Blase durch. Setzte man sie dann in eine sehr verdünnte

---

Brücke, de Diffusione humorum p. 35 und Poggendorff in dem Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. S 598.

[1]) Vgl. schon in dieser Hinsicht Nollet in Histoire de l'Académie des Sciences, Année 1748. Paris, 1752. 4. p. 101.

[2]) Jerichau in Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIV. Leipzig, 1835. 8. S. 618.626.

[3]) Siehe z. B. die hierher gehörende Tabelle in dem Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. S. 600.

[4]) Kürschner a. a. O. S. 58.

[5]) Brücke, de diffusione p. 19.

[6]) N. W. Fischer in Poggendorff's Annalen. Bd. XI. S. 129.

Bleilösung, während sich die frühere chromsaure Kalisolution auf der anderen Seite befand, so siegte auch hier der Mischungsstrom; ein gelber Niederschlag trat bald in der verdünnten Bleiflüssigkeit ein (Brücke) [1].

Die Angabe, daß der geringste Zusatz von Schwefelsäure oder Schwefelwasserstoff die Diffusion der sonst wirksamsten Flüssigkeiten aufhebt [2], hat sich wenigstens nicht in meinen Versuchen für Wasser und Kochsalzlösung bestättigt. Da die gewöhnlichen Endosmometer die Volumina ungenau und deshalb auch die Gewichte, wenn selbst vorher die Eigenschweren ermittelt sind, unvollkommen anzeigen, so gebrauche ich zu vergleichenden Endosmoseversuchen kleine Diffusionsapparate, die zwar nicht alle Beobachtungsfehler beseitigen, sie jedoch bedeutender, als die gewöhnlichen Vorrichtungen, verringern.

Man verfertigt sich mehrere lange Reagenzgläschen aus einer und derselben Glasröhre, die ungefähr 2 Centimeter im Lichten hat. Jedes von ihnen *a*, Fig. 15, erhält einen Feilstrich in der Höhe *b c*, in der es einen bestimmten gleichen Gewichtstheil Wasser von derselben Temperatur faßt. Man theilt hierauf eine runde und nicht conisch zulaufende Röhre von 3—5 Millim. Durchmesser in drei gleiche Stücke, stellt sie auf einer horizontalen Fläche senkrecht neben einander und zieht an ihnen einen fortlaufenden wagerechten Strich *d e*. Man hat also auch hier gleiche Größen des Rauminhaltes. Wir werden bald sehen, weshalb eine größere Genauigkeit in dem Ausmessen der letzteren Stücke unnöthig ist. Wollte man weiter gehen, so müßte man den Inhalt nach der §. 107 angegebenen Methode bestimmen.

Fig. 15.

Jedes der Röhrchen *f* wird nun in einen Pfropfen *g*, der das Reagenzgläschen *a* luftdicht verschließt, eingedreht. Gebraucht man hierzu die Glasröhre selbst mit gehöriger Vorsicht als Bohrer, so schließt die Oeffnung genau und gestattet zugleich ein Auf- und Abschieben innerhalb des Korkes.

Die thierische Haut wird hierauf in feuchtem Zustande über dem unteren Ende von *f* ausgespannt und festgebunden. Alle Seitentheile derselben so wie die Fäden erhalten einen hermetischen Ueberzug von gutem geschmolzenen oder in absolutem Alkohol gelösten Siegellack. Es kann daher nur der bekannte gleiche, trommelfellartig aufgespannte Hauttheil, dessen Durchmesser bestimmt wird, in dem Diffusionsstrome wirken.

Will man vergleichende Beobachtungen anstellen, so wiegt man zuerst den ganzen Apparat leer, füllt ihn dann mit der äußeren Flüssigkeit bis *b c* und erhält so ihr Gewicht durch eine zweite Wägung. Man nimmt alsdann das Fluidum, das nach innen kommen soll, mit einer Pipette, die in eine feine Röhre ausläuft, auf und läßt es an den Wandungen von *f* so lange herabrinnen, bis es, ohne einen schädlichen Luftzwischenraum, auf *d e* gestiegen ist. Eine dritte Wägung bestimmt die Menge der inneren Flüssigkeit.

Hat man auch mehrere Apparate der Art möglich genau ausgemessen, so gelingt es doch nicht, daß die Gewichte ihrer äußeren oder inneren Mischungen bis auf Milligramme oder selbst Centigramme stimmen. Die Nothwendigkeit, die Flüssigkeit an den Wänden des kleinen Röhrchens *f* heruntergleiten zu lassen, bildet das vorzüglichste Hinderniß. Allein die Unterschiede sind so unbedeutend in Verhältniß zu den Gesammtmassen, die man gebraucht, daß sie nicht auf das Hauptresultat der Vergleichung einwirken.

Die Zeit und der Stand der tiefsten Stelle des Spiegels über *bc* und *d e* muß noch, ehe die dritte Wägung vorgenommen wird, angemerkt werden. Der schon während des Wiegens eingeleitete Diffusionsstrom könnte sonst Irrungen veranlassen.

Hat man aber die Apparate, die man vergleichen will, auf einer wagerechten Unterlage senkrecht nebeneinander aufgestellt, so rückt man *f* innerhalb des Schließungszapfens *g* so weit herauf oder hinab, daß die Höhe des Wasserspiegels in *a* über dem unteren Ende von *f* die gleiche ist. Diese Verbesserung ist deshalb nöthig, damit der Druck der-

[1] Brücke, de Diffusione, p. 20. Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. S. 601.

[2] C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici dei Corpi viventi. Pisa, 1844. 8. p. 27.

selbe sei. Die ungleichen Volumina, welche der Siegellacküberzug besitzt, werden auch ungleiche Verschiebungen nöthig machen.

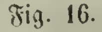
Man bestimmt nun von Zeit zu Zeit die Steig- oder Fallhöhe von *d e* aus mit dem Zirkel oder einem Fadenkreuzfernrohr (Fig. 9). Will man den Versuch beschließen, so tarirt man den ganzen äußerlich abgeriebenen Apparat zu dem bald zu erwähnenden Zwecke. Man zieht dann das Röhrchen *f* mit dem Korkzapfen *g* heraus und wischt es äußerlich sorgfältig ab, um die Flüssigkeit, die am Röhrchen, dem Siegellack und der thierischen Haut haftet, zu entfernen. Man leert hierauf das Reagenzgläschen, wäscht es vollständig aus und trocknet es, indem man es über einer Weingeistlampe erwärmt und einen Luftstrom mittelst einer bis zum Boden reichenden Glasröhre durchzieht. Setzt man nun den Apparat von Neuem zusammen, so giebt der Gewichtsunterschied die Gesammtmenge der äußeren Flüssigkeit.

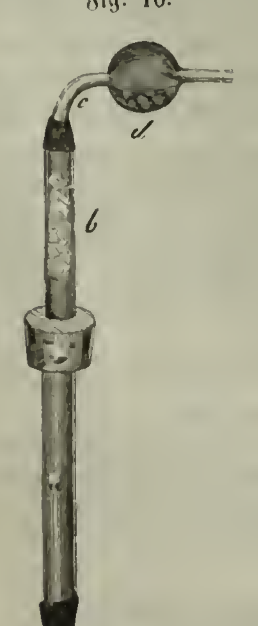
Die Quantität des inneren Fluidum wird am besten auf mittelbare Weise bestimmt. Man wiegt das abgetrocknete Röhrchen *f*, läßt die größte Menge der Flüssigkeit durch einen kreuzförmigen Einschnitt, den man in die thierische Haut macht, ablaufen, trocknet diese an beiden Seiten ab und wiegt von Neuem. Man erhält hierdurch die Menge der Mischung, minus der Quantität, welche durch Adhäsion an den Wänden der Röhre übrig bleibt. Diese wird deshalb von Siegellack, Bindfaden und thierischer Haut vollständig befreit, von Neuem gewogen, ausgewaschen, durch einen warmen Luftstrom vollkommen getrocknet und auf die Wage gebracht. Die Summe der beiden Gewichtsverluste giebt die gesuchte Menge der inneren Flüssigkeit.

Will man die Volumina bestimmen, so erhält man das Ursprüngliche des inneren Fluidum, wenn man den Abstand des Theilstriches *d e* von der thierischen Haut kennt, während das Spätere aus der Steighöhe berechnet wird. Da immer die äußere Flüssigkeit mindestens 7 bis 8 Grm. beträgt, so läßt sich ihre Eigenschwere mittelst eines kleinen Ballons (§. 55) ermitteln. Das absolute Gewicht in Grm. getheilt durch das spec. giebt das Volumen in Cubikcentimetern.

Verdampft man endlich Proben der äußeren und der inneren Flüssigkeit vor und nach der Diffusion, so erhält man durch Uebertragung die Mengen von Wasser und festen Stoffen, die am Anfange und am Schlusse des Versuches vorhanden waren.

Da der Kork das Reagenzgläschen dicht schließt, so kann auch nur wenig oder gar nichts von der äußeren Flüssigkeit verdunsten. Die innere verliert schon mehr durch Dampfbildung, weil *f* an dem oberen Ende offen bleiben muß. Denn jeder hermetische Verschluß würde bald Störungen des Ganzen vermöge der Temperaturveränderungen der überstehenden Luftsäule bedingen. Man vermag aber die Verdampfung, die ohne Fehler, wenn der Zapfen gut schließt und die Temperatur nicht hoch ist, für die innere Flüssigkeit vernachlässigt werden kann, durch den Gewichtsverlust des ganzen Apparates genau zu controlliren.


Fig. 16.



Will man ihn vermeiden, so kann man den Apparat in die Fig. 12 abgebildete Wasserdunstvorrichtung stellen. Da jedoch starke Lösungen von Kochsalz, Eiweiß und vielen anderen Körpern, mit denen man häufig Diffusionsversuche vornimmt, Wasser in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre anziehen, so bedient man sich mit mehr Vortheil einer kleinen Nebenvorrichtung.

Ist *a*, Fig. 16, das Röhrchen, in welches die innere Flüssigkeit gefüllt worden, so bestimmt man ihr Gewicht, schiebt dann einen Pfropf Asbest *b*, den man oben mit concentrirter Schwefelsäure durchtränkt und unten eine Strecke weit trocken läßt, ein und wiegt von Neuem. Man fügt hierauf ein winkelig gebogenes Röhrchen *c*, welches in *d* kugelig anschwillt, mittelst des bei den Athemuntersuchungen näher zu beschreibenden Kittes luftdicht an. *d* enthält ebenfalls Asbest, der mit Schwefelsäure versehen ist. Er nimmt die Feuchtigkeit der Luft auf und hindert, daß sie zu *b* geht. Hier wird nur das Verdunstungswasser der inneren Flüssigkeit zurückgehalten. Da man aber durch die Wägungen vor und nach der Einfüllung von *b* das Gewicht des Ganzen kennt, so werden hierdurch die Grundwerthe der Berechnung nicht beeinträchtigt.

Ich stellte drei Parallelapparate auf, um den Einfluß der Schwefelsäure und des Schwefelwasserstoffes zu prüfen. Eine Lösung gereinigten und von Neuem auskrystallisirten, vollkommen trockenen Kochsalzes, in der 5,68% festen Rückstandes enthalten waren, diente als innere Flüssigkeit in allen diesen Beobachtungen. Die Vorrichtung *A* hatte reines destillirtes Wasser, *B* solches mit 1/25 concentrirter Schwefelsäure und *C* mit 64,8 Volumenprocenten Schwefelwasserstoff. Das getrocknete und wieder aufgeweichte, papierdünne Chorion des Pferdes bildete die organische Scheidewand. — Die Steighöhe der Salzlösung verringerte sich nicht nur nicht in *B* und *C*, sondern übertraf sogar die von *A* bedeutend. Der Zusatz von Schwefelsäure verstärkte die Steighöhe der Kochsalzlösung um das Doppelte und der von Schwefelwasserstoff um das Dreifache. Die äußere Flüssigkeit von *C* hatte sich zwischen 97 und 1026 und die innere zwischen 1026 und 1363 Minuten getrübt und durch den Einfluß der Luft Schwefelmilch abgesetzt. Alle diese Erscheinungen stimmen mit den allgemeinen Gesetzen der Diffusion und den oben erwähnten Verhältnissen der Säuren, geben aber keine Ausnahmsverhältnisse zu erkennen.

Anhang Nr. 10.

131 Sind auch vollkommen frische thierische Häute die besten Vermittler der Diffusion, so erhält sich doch noch diese ihre Fähigkeit lange Zeit nach dem Tode. Berücksichtigt man nicht die bald zu erwähnenden Wirkungen, die an einzelnen Theilen zum Vorschein kommen, so kann man sie ohne Schaden trockenen und Monate oder Jahre hindurch aufbewahren. Befinden sie sich dagegen unter Wasser, so verlieren sie früher ihre Kräfte. Sie geben im Anfange zu sehr nach, zerfließen endlich immer mehr und werden zuletzt ganz untauglich.

132 Die dünnste Lage einer thierischen Haut, die wir zu Versuchen anwenden können, besteht immer noch aus sehr verschiedenartigen Gewebtheilen; es können daher die Anziehungsverhältnisse und die Beschaffenheit der Poren an den beiden entgegengesetzten Oberflächen wechseln. Manche scheinbar auffallende Wirkungen rühren vermuthlich von diesen Verhältnissen her.

133 Sieht die mit Schleim überzogene innere Dünndarmhaut des Pferdes gegen destillirtes Wasser, das als äußere Flüssigkeit dient, so wird hier der gegen eine Eiweißlösung gekehrte Diffusionsstrom verkleinert[1]). Diese Thatsache kann zum Theil darin ihren Grund haben, daß sich der Schleim mit dem umgebenden Wasser verbindet. Seine Menge ist jedoch verhältnißmäßig zu gering, als daß er allein die Abweichung hervorzurufen vermöchte. Er haftet vermuthlich inniger in den Zwischenräumen des Gewebes und hemmt deshalb die Wasserströmung.

134 Versetzt man die innere eiweißreiche Flüssigkeit mit Kochsalz, so scheint mehr Chlornatrium, als Eiweiß durch die schleimige nach der verdünnteren Mischung gewandte Innenhaut des Pferdedarmes in das äußere Wasser überzutreten. Brücke[2]) machte eine ähnliche Erfahrung an der Schaalenhaut des Eies. Verschloß er mit ihr ein Glasrohr, so daß ihre innere Seite die Außenfläche der Scheidewand bildete, füllte jenes mit Wasser und tauchte es in Blutserum oder Eiweißlösung, so gingen im Anfange nur Salze und wenige organische Stoffe durch. Das Eiweiß

[1]) Siehe dieses Lehrbuches erste Auflage. Bd. I. S. 68. 69. Vergl. F. Oesterlen, Beiträge zur Physiologie des gesunden und kranken Organismus. Jena, 1843. 8. Seite 246 fgg.

[2]) Brücke, de diffusione humorum, p. 55.

folgte erst nach einiger Zeit nach. Der Wechsel hatte vielleicht darin seinen Grund, daß die organische Haut durch den längeren Aufenthalt im Wasser erweicht, mit größeren Spalteuräumen versehen und so für die Wanderung der zähen Eiweißmassen durchgängig wurde. Diese Thatsache giebt aber eine Andeutung, weshalb die meisten serösen Absonderungen mehr Salze, als Eiweiß führen, warum die dünnflüssige Masse, die in der Kälte aus der Nase hervortritt, gesalzener, als der gewöhnliche Schleim ist und der Harn bei Erschlaffungsleiden, wie Wassersuchten, eiweißhaltig wird.

135 Die Verhältnisse der Spalteuräume und der hierdurch veranlaßten Anziehungserscheinungen müssen in den einzelnen Schichten der organischen Häute wechseln. Die Unterschiede werden aber im Allgemeinen mit ihrer Dicke und der Mannigfaltigkeit ihrer Gewebe zunehmen. Kommen dann noch ungleiche Ueberzüge beider Seiten hinzu, ist z. B. die eine mit Schleim und die andere mit Ernährungsflüssigkeit bekleidet, so werden sich die Abweichungen vergrößern. Es kann aber unter diesen Verhältnissen nicht gleichgültig sein, ob die innere oder die äußere Fläche der Haut gegen die wäßrigere Lösung gekehrt ist oder nicht.

136 Die Schenkelhaut des Frosches belegt dieses in anschaulicher Weise. Ist ihre innere Fläche der dünneren, ihre äußere dagegen der dichteren Flüssigkeit zugewendet, so wird die endosmotische Strömung des Wassers zu den Lösungen des Kochsalzes, des Zuckers, des Gummi oder des Eiweißes weit mehr begünstigt, als wenn sie die umgekehrte Lage darbietet. Alkohol und Wasser dagegen zeigen das entgegengesetzte Verhältniß (Matteucci und Cima)[1]. Andere thierische Häute, wie die des Magens oder der Blase, geben nach diesen Forschern schwankende Resultate. Die Fäulniß oder das Vertrocknen soll nach ihnen alle Unterschiede der Oberflächen aufheben.

Matteucci und Cima, die zuerst diese Thatsachen näher zu verfolgen suchten, arbeiteten vorzüglich mit Zuckerwasser von 19° Beaumé oder 1,152 spec. Gew., einer Lösung von Eiweiß von 4° B. oder 1,029 spec. Gew., von arabischem Gummi von 5° B. oder Anhang Nr 11. 1,036 spec. Gew. und mit Weingeist, der wahrscheinlich 34° des Gay-Lussacschen Alkoholometers hielt und daher 0,962 zur Eigenschwere hatte[2]. Sie bemerkten hierbei, daß sich die äußere Haut des Aales, des Zitteraales und des Frosches gleich verhielten. Machten sie Parallelversuche mit demselben Volumen Kochsalzlösung und Wasser, aber den umgekehrten Richtungen der trennenden Häute des Frosches oder des Aales, so ergab sich, daß zugleich jene Kochsalzsolution, die mehr Wasser aufgenommen hatte, größere Mengen Kochsalzes enthielt.

Das Wesentliche dieser Resultate bestättigte sich auch in einigen von mir angestellten Anhang Nr 12 Beobachtungen. Wirkte eine Kochsalzlösung von 5,36% auf eine von 20,10% und war die Innenfläche der Schenkelhaut frisch getödteter Frösche der dünneren Flüssigkeit zugewandt, so erschien der endosmotische Strom den Gewichtsverhältnissen nach $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ so stark, als im entgegengesetzten Falle. Die Steighöhen verhielten sich dann, als die Diffusion still stand, = 2,2 : 1.

Wurden auf gleiche Weise Salzlösungen von 20,10% und 12,58% mit destillirtem Wasser geprüft, so ergaben die Endwägungen, daß der Strom von innen nach außen $\frac{3}{10}$

---

[1]) C. Matteucci e A. Cima sull' Endosmosi. Pisa, 1844. 8. Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIII. Paris, 1845. 8. p 63. 86.

[2]) Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig, 1837. 8. S. 235.

bis $\frac{1}{10}$ stärker, als der umgekehrte ausgefallen war. Die Maxima der Steighöhen verhielten sich in einem Falle wie 1,6 : 1 und in einem zweiten wie 2,6 : 1.

Dieser Einfluß der Oberflächen erstreckt sich auch auf die Zeitverhältnisse. Die durch die Diffusion bedingte Volumensveränderung schwindet meistentheils weit früher, sobald der Strom der dünneren Flüssigkeit zur dichteren von innen nach außen, als wenn er auf dem entgegengesetzten Wege verläuft. Dauert auch die Diffusion 6 bis 11 Tage, so gleicht sich nicht nur der durch die Oberfläche bedingte Unterschied nicht aus, sondern nimmt oft noch im Verlaufe der Zeit zu.

137 Eine und dieselbe thierische Haut kann ihr Verhalten zu den Diffusionserscheinungen nach Verschiedenheit der Nebenverhältnisse ändern. Geringe Druckgrößen sind in dieser Beziehung von untergeordneter Bedeutung[1]). Nehmen sie dagegen zu, so erhöhen sie, wie wir bald sehen, die Schnelligkeit des Durchtritts und bestimmen noch oft die Ergebnisse in mancher anderen Hinsicht. Erweitern sich dann die Poren, so werden sie leichter unächte Lösungen, z. B. von Eiweiß, unverändert durchlassen. Uebt die Anziehung ihrer Wände einen Einfluß auf die gegebenen Diffusionsverhältnisse aus, so ist es denkbar, daß die Wirkung unter stärkerem Drucke beschränkt wird, weil neue Flüssigkeitsfaden, die nicht mehr jener Attraction unterliegen, in den größeren Haarräumen auftreten.

138 Dient eine thierische Haut längere Zeit als Vermittler der gegenseitigen Wirkungen wäßriger Lösungen, so ändert sich nach und nach ihr Gefüge und ihre Zusammensetzung. Sie giebt Stoffe an das benachbarte Wasser ab, erweicht allmählig und geht selbst in Fäulniß über. Es kommt daher vor, daß die Steighöhe des einen Fluidum eine Reihe von Tagen zunimmt, dann aber nicht bloß stetig bleibt, sondern sich in merklicher Weise verkleinert.

139 Säuren, Alkalien und andere ätzende Stoffe können die organische Scheidewand verändern oder selbst durchweichen. Sie wechselt hierdurch ihre Wirkung, verliert sie aber nicht nothwendiger Weise, weil nicht immer die Spaltenräume selbst durch jene Verbindungen aufgehoben werden.

140 Die Wahlverwandtschaft oder die Anziehung der verschiedenen Körper wird nicht durch die stärksten Druckkräfte aufgehoben. Die angebliche Ausnahme, daß zuletzt Zink und Schwefelsäure keinen Wasserstoff in einem luftdicht geschlossenen Raume entwickeln, fällt bei genauerer Prüfung hinweg. Die Gasblasen werden nur dann kleiner; erzeugen sich aber immer von Neuem, bis der Behälter springt. (Brunner) Da die gleichen Anziehungserscheinungen in den Diffusionsprocessen eine wesentliche Rolle spielen, so folgt von selbst, daß sie bedeutende mechanische Widerstände überwinden werden Ist eine concentrirte Salzlösung durch poröse organische Theile von Wasser getrennt, so nimmt sie dieses mit solcher Kraft auf, daß sie einen Gegendruck von 2—3 Atmosphären binnen wenigen Tagen überwindet (Gerber).

---

[1]) Magnus in Poggendorff's Annalen. Bd. X. S. 165.

Man löthet zu diesem Zwecke an einen Trichter von mäßiger Größe, Fig. 17, *a* eine Barometerröhre *o*, und an diese eine noch längere Röhre an, und gießt so viel Quecksilber hinein, daß es die Umbiegung *d* und einen Theil der beiden aufsteigenden Schenkel ausfüllt. Eine concentrirte Kochsalzlösung *e* wird über *b* bis zur Mündung des Trichters aufgeschichtet. Da sie auf *b* drückt, so wird der Spiegel von *c* bei senkrechter Stellung des Ganzen höher, als *b* stehen. Man schließt dann die Trichtermündung mit doppelter oder dreifacher Blase und einem festen Leintuche *f*, damit die organische Scheidewand Kraft genug habe, dem großen Druck, der auf ihr lasten wird, zu widerstehen. Ist sie durch die Schnüre *g* luftdicht befestigt, so legt man noch die beiden einander durchsetzenden Bügel *h* darüber und bindet sie, wie es die Abbildung zeigt, an dem engeren Trichtertheile an. Der ganze Apparat kommt nun in ein Gefäß *i*, das bis *kl* mit Wasser gefüllt ist. Hat man die Röhre *o* durch ein mit einem Gewichte *n* beschwertes Joch *m* durchgeführt, so kann man sie fest und senkrecht aufstellen.

Fig. 17.



Nimmt nun *e* Wasser durch die Diffusion auf, so wölbt es die Blase *f* und treibt das Quecksilber *bdc* zurück. Dieses steigt allmählig in der Röhre *o* in die Höhe, gelangt an das Ende derselben und wird zuletzt gänzlich verdrängt. Salzwasser läuft oft noch nach ihm heraus, verdunstet an der Röhre, an der es herabrinnt, und setzt hier Kochsalzkrystalle ab.

Eine Röhre von 1,5 Meter Länge bot noch diese letztere Erscheinung dar. Da aber der Luftdruck in Bern im Durchschnitt 0,715 Meter beträgt, so hatte dann die Diffusion einen Widerstand von mehr als 2 Atmosphären überwunden.

141 Die Einflüsse, welche die Wärme und die Elektricität auf die Endosmose ausübt, sind bis jetzt noch nicht genau bekannt. Da höhere Temperaturgrade den Durchgang von Flüssigkeiten durch feine Röhren in auffallendem Maaße begünstigen, so läßt sich erwarten, daß auch etwas Aehnliches für die Diffusion gelten werde. Es ist aber fast unmöglich, irgend genügende Beobachtungen hierüber anzustellen. Ließe sich auch das durch Verdunstung davongehende Wasser durch eine ähnliche Vorrichtung, wie Fig. 16. (§. 130.) abgebildet worden, zurückhalten, so bleibt es doch unvermeidlich, daß sich hierdurch der Dichtigkeitsgrad der Flüssigkeiten und mithin eine Hauptbedingung ihrer gegenseitigen Wirkung ändert.

142 Der Durchgang eines galvanischen Stromes soll die uns hier beschäftigenden Erscheinungen beschleunigen. Füllt man die Bauchhöhle eines Kaninchens mit einer Lösung von Kaliumeisencyanür, die Brusthöhle dagegen mit einer solchen von Eisenchlorid und leitet einen galvanischen Strom durch das Zwerchfell, so wird hierdurch die Diffusion wesentlich befördert (Foderà). Es bleibt jedoch noch dahingestellt, ob nicht Nebenumstände, wie die Zusammenziehung des Zwerchfells und die so bedingte Zerrung seiner Oeffnungen oder andere Verhältnisse zu Täuschungen Veranlassung gegeben haben.

143 Die Schnelligkeit, mit der die eine Flüssigkeit zur anderen gelangt,

richtet sich nach der Natur und der Durchfeuchtung der organischen Scheidewand, dem Druck, der auf dieser lastet, und der Anziehung der beiden thätigen Verbindungen. Da eine trockene Haut erst nach ihrer vollkommenen Durchtränkung die Diffusion vermitteln kann, so wird sie in dieser Beziehung später, als eine feuchte zu wirken beginnen. Die Flüssigkeiten, die in unseren Magen gelangen, können daher auf der Stelle mit dem Ernährungsfluidum und dem Blute in Berührung treten; das Wasser eines Bades dagegen muß zuvor unsere Oberhaut durchweichen. Eine dicke und eine dünne Haut zeigen ähnliche Unterschiede, weil sich in jener die Länge des Weges und mit ihr die Größe der Widerstände vermehrt.

144 Da die Diffusionsströme, welche thierische Membranen durchsetzen, nur kurze Wege zurückzulegen haben; so haben auch die geeigneten Stoffe bloße Minima von Zeiträumen zu ihrem Uebergange nöthig. Füllt man einen Theil eines Gläschens mit einer Lösung von Eisenkaliumcyanür, verschließt es dann mit der Lunge oder der Harnblase eines Frosches, die man äußerlich mit Eisenchlorid bestrichen, und kehrt es um, so läßt sich schon das Berlinerblau in einer Secunde wahrnehmen (J. Müller)[1]. Wiederholte ich denselben Versuch an der Aorta eines Mannes, so konnte ich noch die Zeit, sobald der Druck 1,4 Millimeter Quecksilber betrug, durch den Schlag der Secundenuhr bestimmen. Stieg er aber auf 39 Millimeter, so fielen fast Berührung und Wirkung in Eins zusammen. Die Hohlvene desselben Mannes lieferte im ersteren Falle ähnliche, die Dünndarmschleimhaut dagegen kürzere Zeiträume. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die Stoffe, welche durch die Wände der Capillaren aus- oder eintreten, ein nicht mehr meßbares Minimum von Zeit für ihre Bahn brauchen.

Will man solche Versuche, die immer nur sehr unbestimmte Resultate geben, anstellen, so krümmt man eine Röhre von bekanntem Durchmesser an ihrem unteren Ende, so daß sie einen sehr kurzen zweiten aufsteigenden Schenkel erhält, stellt sie senkrecht auf und bezeichnet sich die geringe Höhe des längeren Armes, welcher die Mündung des kürzeren gegenüber liegt, mittelst eines Feilstriches. Man bindet hierauf die Oeffnung des kürzeren Röhrentheiles mit einem Stück der Haut, die man prüft, zu, tarirt das Ganze, gießt so viel von der einen Lösung hinein, daß sie den Umbiegungstheil bis zur Haut und dem Feilstriche füllt und wiegt von Neuem. Die Gewichtsmenge der nicht drückenden Flüssigkeiten ergiebt sich hierbei von selbst.

Die Oeffnung des kürzeren Schenkels wird alsdann frei gemacht und durch ein neues Stück derselben Membran geschlossen. Man stellt das Ganze schief, führt eine beliebige Menge der Lösung von der Mündung des offenen Armes aus ein und versetzt die Röhre in ihre senkrechte Lage zurück, so daß erst jetzt die Lösung mit der Innenfläche der Haut in Berührung kommt. Hat man die Zeit, in welcher dieses geschah, mit der Secundenuhr beobachtet, so bringt man einen Tropfen der Lösung, die mit der inneren Flüssigkeit einen Niederschlag bildet, an der Außenfläche der thierischen Haut an, und sieht, wann die Durchdringung und Fällung zum Vorschein kommt. Der ganze Apparat wird zuletzt auf die Wage gebracht und in diesem Zustande, wie nach der Entleerung der inneren Flüssigkeit gewogen. Die Gewichtsbestimmungen gestatten dann die Berechnung der hydrostatischen Druckhöhe, die man in Wasser- oder Quecksilberwerthen bestimmt. Sie ist natürlich genauer, als die bloße Messung der Flüssigkeiten. Anhang Nr. 13.

Die oben erwähnten Resultate beruhen auf einigen Versuchen, die ich an der Aorta, der Hohlvene und der Dünndarmschleimhaut einer männlichen Leiche anstellte. Der Durch-

[1] J. Müller, Handbuch der Physiologie. Erste Auflage. Coblenz, 1833. 8. Band I. Seite 233.

messer der Röhre glich 5,75 Millimeter, das specifische Gewicht der in sie gefüllten Lösung von Eisenkaliumcyanür 1,138 und das der Eisenchloridsolution 1,122.

Hatte die hydrostatische Druckgröße, welche auf die 0,83 Millimeter dicke Aorta wirkte, 1,4 Millimeter Quecksilber, so verstrich eine Secunde zwischen dem Auftupfen des Eisenchlorids und dem Auftreten des Niederschlags, die Zeitdauer der Durchtränkung mochte 14 Secunden oder 1 Minute 16 Secunden oder 4 Minuten betragen. Glich dagegen die Druckgröße 39,9 Millimeter Quecksilber, so fehlte fast jeder Zeitunterschied nach einer Durchtränkung von 4 Minuten. Er wurde aber schon durch gelindes Eintrocknen der an der Luft liegenden Schlagader bedeutend erhöht. Das Intervall stieg dann unter 1,4 Millimeter Quecksilberdruck nach $5\frac{1}{4}$ bis 7 Minuten auf 2 bis 3 Secunden.

Die 0,72 Mm. dicke Hohlvene hatte, wenn die Durchtränkungszeit 35 Secunden und der Druck 1,6 Mm. Quecksilber glich, etwas mehr, als eine Secunde Zeitunterschied. Erhöhte sich die Durchtränkung auf 1 Minute, so war er ungefähr gerade 1 Secunde. Stieg endlich jene auf $1\frac{3}{4}$ Minuten, so verminderte er sich auf $\frac{1}{2}$ Secunde. Sind die Wandungen der Venen hinreichend durchdrungen, so scheinen sie unter geringen Druckgrößen eine schnellere Diffusionsströmung, als die der Schlagadern zu gestatten. Es läßt sich aber hiernach schätzungsweise berechnen, daß die sehr dünnen Wände der Capillargefäße eine Strömung von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{600}$ Secunde erfordern, wenn selbst nur die in ihnen enthaltene Blutmasse mit 1,4 Millimeter Quecksilber drückte.

Die Dünndarmschleimhaut, die, wenn sie auch von Schleim gereinigt ist, langsamer an der Luft trocknet, zeigte noch günstigere Verhältnisse. Ihr Zeitintervall betrug viel weniger, als eine Secunde, sobald ihre Dicke 1,46 Mm., der Druck 1,6 Mm. Quecksilber und die Durchtränkungszeit 25 Secunden ausmachten. Man sieht hieraus, wie wahrscheinlich die Natur keine irgend erheblichen Zeittheilchen in allen Diffusionen, die sie im lebenden Körper einleitet, der Dünne und Durchgängigkeit der Häute wegen verliert.

Die Wahrheit, daß die Verschiedenheit des Druckes die Schnelligkeit der Exosmose wesentlich ändert, läßt sich durch einen einfachen Versuch anschaulich machen. Man bedient sich hierzu am zweckmäßigsten der Blutadern des Menschen oder größerer Säugethiere. Ein langes mit seinen Nachbartheilen ausgeschnittenes Venenstück wird auf einer Glasröhre aufgezogen und mit möglichster Sorgfalt von allen Umlagerungsgeweben gereinigt. Man schiebt dann die Glasröhre vor, befestigt sie an dem einen Ende der Blutader, unterbindet die etwa vorhandenen Nebenzweige, und bläst in die Röhre, während man das andere Venenende zuhält. Der nicht unterbundene Zweig kommt auf diese Art zum Vorschein. Ist er verschlossen, so fügt man eine zweite Glasröhre in die andere Oeffnung der Blutader, bringt den organischen Theil unter Wasser und bläst nun in die eine Röhre, indem man zugleich die Mündung der zweiten zuhält. Steigen keine Luftblasen aus dem Wasser empor, und beutelt sich keine Stelle der Gefäßwandung auf, so kann man das Blutaderstück ferner gebrauchen.

Man vertauscht nun die eine Glasröhre mit einer bedeutend längern, befestigt das Ganze in senkrechter Stellung, so daß es einen ungleichschenkligen Röhrenapparat, dessen Umbiegung die Vene bildet, darstellt und bezeichnet sich die Höhe der Mündung der kürzeren Röhre an der längeren. Dieses hydrostatische Gleichgewichtsstück wird dann mit einer bekannten Flüssigkeit gefüllt und sein durch die organische Haut gebildetes Bogenstück 60 Secunden lang in eine Flüssigkeit von bestimmter Zusammensetzung eingetaucht. Ein Gehilfe hält die Mündung des kürzeren Röhrenstückes mit dem Finger zu und öffnet nur im Anfange, wenn es der Austritt der Luft nöthig macht. Man schichtet nämlich im Freien neue innere Flüssigkeit in dem längeren Schenkel bis zu einer bestimmten Höhe über dem Gleichgewichtsniveau auf und taucht das Venenstück zum zweiten Male 60 Secunden in frische äußere Flüssigkeit derselben Art und Menge unter. Die Verschiedenheit der specifischen Gewichte oder der procentigen Zusammensetzung, welche das äußere Fluidum darbietet, liefert die anschaulichen Belege der Wirkung des Druckes. Eine andere Vorrichtung, die zu demselben Zwecke gebraucht werden kann, ist in dem folgenden Paragraph beschrieben und Fig. 19 abgebildet.

Ein Versuch, der z. B. mit destillirtem Wasser und Eiweißlösung an der Kniekehlenvene eines 48jährigen Mannes angestellt wurde, führte zu folgenden Ergebnissen:

Nro.	Bestimmungen nach Beendigung des Versuches.				
	Verschiedenheit der Druckwirkungen.	Aeußere Flüssigkeit, ursprünglich destillirtes Wasser.		Innere Flüssigkeit, ursprünglich wässrige Eiweißlösung von 1,0300 spec. Gew.	
		Volumen in C. C.	Sp. Gew.	Volumen in C. C.	Sp. Gew.
1	Gleichgewichtsdruck = 3,63 Mm. Quecksilber	8,86	1,0070	1,97	»
2	Ueberschußdruck = 53,40 Mm. Quecksilber	11,42	1,0169	21,84	1,0251

Obgleich die absolute Menge des destillirten Wassers ¼ größer war, so erhöhte sich doch seine Eigenschwere in Nr. 2 um mehr als das Doppelte des Ueberschusses über 1. Zweierlei Umstände wirkten hierbei gleichzeitig, der stärkere Druck dehnte die Blutader aus und verdünnte sie. Er vergrößerte daher die wirksame Oberfläche und die Geschwindigkeit der Diffusion. Er erweiterte aber zugleich die Poren und machte sie für die unächte Eiweißlösung, die in absolut größerer Menge zu Gebote stand, durchgängiger.

Stellt man Versuche der Art ohne nähere Zahlenbestimmungen an, so wird man finden, daß der durch Sublimat gebildete Eiweißniederschlag mit der Druckhöhe, die eingewirkt hat, in dem destillirten Wasser zunimmt.

145 Wir haben bis jetzt nur die ruhenden Flüssigkeiten in ihrem Verhalten zur Diffusion untersucht. Strömt aber ein Fluidum, das von einem anderen durch eine poröse Scheidewand getrennt ist, an dieser vorüber, so bestimmt wiederum die Anziehung der Flüssigkeiten zu einander und zu den Porenwänden die Hauptwirkung. Es muß aber von Nebenverhältnissen abhängen, in welchem Grade die Strömung die Mengen der durchtretenden Stoffe ändert.

146 Ist die Geschwindigkeit, mit welcher die eine Flüssigkeit fortbewegt wird, kleiner, als die Schnelligkeit der Diffusion, so wird sich hierdurch der gegenseitige Austausch beider Fluida vergrößern. Der Durchfluß der einen Mischung gewährt den Vortheil, daß er immer neue Massen der Einwirkung preisgiebt, die hinreichende Wirkung dagegen nicht beeinträchtigt. Wird aber die Geschwindigkeit des Durchflusses größer, als die der Wechselwirkung, so geht ein Theil der Mischung nutzlos vorüber. Die absolute Menge des Austausches muß daher in Verhältniß zu den Massen, die in mittelbare Berührung kommen, abnehmen. Es kann dagegen auch hier noch unter gewissen Nebenbedingungen in derselben Zeit relativ mehr, als bei vollkommener Ruhe beider Flüssigkeiten, hervortreten.

Da nun die Wände der Capillaren ihre Stoffe in unmeßbaren Zeiten durchlassen (§. 144.), ihre schnellste Blutbewegung aber noch numerisch bestimmt werden kann, so folgt von selbst, daß die Diffusionsverhältnisse aller lebenden Theile, durch welche Blut fließt, wesentlich begünstigt sind.

Will man überhaupt nur die Erscheinungen der Diffusion, welche die Strömung der einen Flüssigkeit begleiten, anschaulich machen, so befestigt man einen röhrigen thieri-



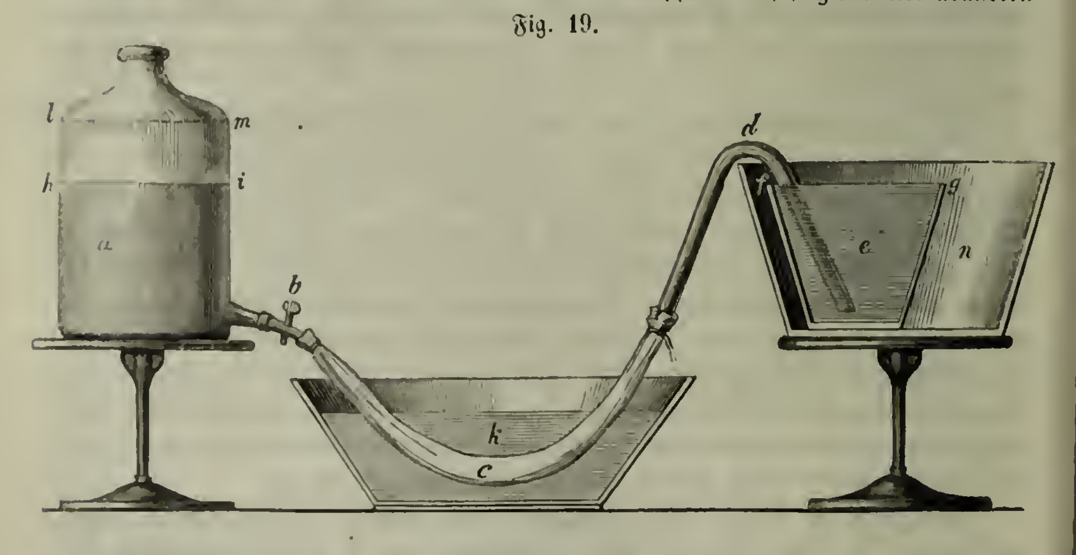
Fig. 18.

schen Theil (*a* Fig. 18.), z. B. eine Schlag- oder Blutader, an einen Trichter *b* und an eine Knieröhre *c*. Während *b* in einen durchlöcherten Tisch eingefügt wird, kommt *a* in ein mit der äußeren Flüssigkeit gefülltes Gefäß *d*. Ein zweites Gefäß *e* dient, die durchströmende Flüssigkeit von *c* aus aufzufangen. Ein Gehilfe gießt die innere Lösung in den Trichter *b*; der Beobachter aber senkt *a* in *d* ein, sobald jene durch *c* in *e* abzulaufen anfängt.

Wurden die innere und die äußere Jugularvene und die Schenkelblutader des Menschen, eine Lösung von Eisenkaliumcyanür von 1,041 spec. Gew. und eine solche von Eisenchlorid 1,118 zu Prüfungen der Art gewählt, so blieb das ruhende Eisenkali, man mochte den Versuch noch so lange fortsetzen, ungefärbt. Das Eisenchlorid lief nur dunkel braungelb ab. Schnitt man aber die Vene, die äußerlich keine Farbenveränderung verrieth, auf, so zeigte ihre Innenfläche die stärkste Farbe des Berlinerblau. Dieses trat in dem umgekehrten Falle in dem umgebenden und ruhenden Eisenchlorid auf. Die Diffusion ging also, wie gewöhnlich von der dünneren zur dichteren Flüssigkeit. Hatten aber die in anderen Versuchen gebrauchten Blutadern des Pferdes verdünnte Stellen, so bildete sich immer der Niederschlag in der umgebenden Flüssigkeit, sie mochte Eisenkaliumcyanür oder Eisenchlorid sein. Strömte die eine Lösung oder blieb sie in Ruhe, betrug die Druckhöhe 6 Decimeter oder weniger, so war das Ergebniß in allen Fällen das gleiche. Der Druck, der von innen nach außen Statt fand, wirkte hier vorherrschend durch die zarte und verletzte Zwischenwand.

Sollen der Druck und die Geschwindigkeit der durchlaufenden Mischung auf annähernde Weise bestimmt werden, so kann man den Apparat auf folgende Art abändern.

Fig. 19.



Man nimmt eine Flasche *a*, die unten mit einem eingeschliffenen Hahn *b* versehen ist. Der röhrenförmige organische Theil *c* wird an den Ausläufer von *b* und an der anderen Seite an eine knieförmig gebogene Röhre *d* angebunden. Diese reicht tief in das von einem zweiten Auffangbehälter *n* eigeschlossene Gefäß *e* und zwar am besten bis zu dem Boden desselben hinab. Man gießt nun die innere Lösung in die Flasche *a*, bis der Spiegel *h i* und das mit ihm bei horinzontaler Stellung in gleicher Höhe befindliche Niveau *f g* den Rand des Gefäßes *e* erreicht. Das organische Rohr wird nun in das mit einem be-

kannten Volumen der äußeren Flüssigkeit gefüllte Gefäß *k* eingesenkt und in diesem eine bestimmte mit der Secundenuhr gemessene Zeit gelassen. Man entfernt alsdann *k* und bewahrt die in ihm enthaltene Flüssigkeit bis zur weiteren Untersuchung auf.

Die Flasche *a* erhält hierauf neue Flüssigkeit, bis man sicher ist, daß alle ältere aus *c* herausgetrieben worden. Ist dieses der Fall, so schließt man den Hahn *b*, schichtet wiederum Flüssigkeit bis *lm* auf, taucht *c* in *k*, das indeß das gleiche Volumen der ursprünglichen äußeren Lösung erhalten, und öffnet den Hahn *b*. Abstrahiren wir von den Widerständen in den Zwischenröhren, so wird die Geschwindigkeit der Strömung durch die Druckhöhe *mi*, wenn man sie während des Durchflusses durch neues Aufschichten constant erhält, gemessen werden können. Jeder Ueberschuß von Flüssigkeit läuft aber am Rande von *e* ab, so daß der Druck, wenn man von den Widerständen der Röhren absieht, der gleiche bleibt. Hat nun die Strömung eben so lange als in dem ersten Versuche gedauert, so wird *b* geschlossen und *k* entfernt. Die verschiedene Beschaffenheit der beiden äußeren Flüssigkeiten, die man in *k* erhält, giebt die Grundlage des Vergleiches. Wollte man aber die Röhrenwiderstände als Verbesserungswerthe eintragen, so müßte man sie durch Nebenversuche ermitteln.

147 Ist eine mit Wasser gefüllte Röhre durch eine thierische Haut geschlossen, so verdunstet nach und nach die Feuchtigkeit[1]), ohne daß selbst das Verschimmeln der Membran diesen Vorgang aufhebt. Befand sich im Anfange keine Luft zwischen der Flüssigkeit und der organischen Scheidewand und ist das Ganze durch Quecksilber abgesperrt, so kann dieses wegen des Wasserverlustes bis auf 3 Decimeter gehoben werden, ohne daß Atmosphäre durch die thierische Haut eindringt[2]). Eine Membran, die sich bei dem Mangel an Durchfeuchtung und dem innigen Zusammenhang ihrer Gewebe zur Diffusion von Wasser weniger eignet, ist noch im Stande, Wasserdünste mit Leichtigkeit durchzulassen.

Die inneren und äußeren Oberflächen unseres Körpers verhalten sich wie eine Haut, die eine mit Wasser gefüllte Röhre schließt. Sie suchen die sie umgebende Luft mit Wasserdampf zu sättigen. So leicht aber unsere Oberhaut Wasserdunst durchläßt, mit so vieler Kraft weist sie tropfbar flüssiges Wasser, wenn sie an ihrer Außenfläche trocken bleibt, zurück[3]). Verschimmelt die Schleimhaut der Lungen, wie dieses nicht selten in Vögeln vorkommt, so wird hierdurch nicht der Wasserverlust, welcher das Athmen begleitet, aufgehoben.

148 Gasabsorption. — Wie feste poröse Körper tropfbare Flüssigkeiten in ihren Haarräumen zurückhalten, so ist es auch möglich, daß sie und die tropfbar flüssigen Substanzen Gase in sich aufnehmen. Sie bemächtigen sich ihrer, um sich mit ihnen mechanisch oder chemisch nach Verschiedenheit der Verhältnisse zu verbinden. Der Eintritt elastisch flüssiger Körper in Massen von höheren Dichtigkeitsgraden heißt die Verschluckung oder Absorption der Gase.

149 Sie wird, gleich der capillaren Aufnahme der tropfbaren Flüssigkeiten, von Verdichtung und Wärmeentwickelung begleitet. Da aber die Atome der elastisch flüssigen Stoffe nur durch den auf ihnen lastenden Druck in einem bestimmten Rauminhalte bleiben und selbst dieser Einwir-

[1]) N. W. Fischer in Poggendorff's Annalen. Bd. XI. Leipzig, 1827. 8. S. 132.
[2]) Jerichau in Poggendorff's Annalen. Band XXXIV. Leipzig, 1835. 8. S. 625.
[3]) Krause in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 154 fgg.

kung, wenn sie sich mit neuen Wärmeatmosphären umgeben, siegreich entgegenarbeiten, so müssen die Einflüsse des Druckes und der Temperatur die Capillarerscheinungen der Gase in höherem Grade, als die der tropfbar flüssigen Mischungen bestimmen. Diese Nebenverhältnisse werden die ohnedieß meist geringere Adhäsion der Gase an flüssige und feste Körper leichter lösen. Die Wirkungen, welche die Capillarität auf diesem Gebiete ausübt, müssen daher veränderlicher und einfacher ausfallen und sich eher auf bestimmte mathematische Gesetze zurückführen lassen.

150 Ein poröser fester Körper, wie Kohle oder Holz, dessen Poren Wasserdampf oder Wasser früher aufgenommen haben, eignet sich deswegen in geringerem Grade zur Gasabsorption. Hat er eine bestimmte Menge einer Luftart, wie Köhlensäure, in trockenem Zustande verschluckt und läßt man Wasser in seine Spalträume eindringen, so wird ein großer Theil des Gases mit vieler Gewalt herausgetrieben. Die Wände der Haarräume ziehen in allen diesen Fällen die Atome der tropfbaren Flüssigkeit mit größerer Kraft, als die der elastischen an.

151 Es ergiebt sich aus den §. 149. erwähnten Grundverhältnissen, daß die Absorption der Gase durch die Kleinheit der Zwischenräume, die in ihrer Richtung thätige Druckverstärkung und die Abnahme der Wärme begünstigt wird. Ein und derselbe Körper nimmt auch von einem verdünnten Gase mehr auf, als von einem dichteren. Man sieht leicht, daß alle diese Verhältnisse bloße Folgen der Moleculareigenthümlichkeiten der Gase und ihres Verhaltens zu den anziehenden Oberflächen der tropfbaren oder festen Körper bilden.

152 Bleiben sich auch die Nebenverhältnisse gleich, so zieht ein und dieselbe Masse ungleiche Mengen verschiedener Gase an, weil eben die Attractionserscheinungen der Molecüle von der Größe und Form derselben abhängen. Man ist daher genöthigt, dieses Absorptionsvermögen durch Versuche kennen zu lernen. Wolle verschluckt auf solche Art bei 730 Millimeter Luftdruck und 15° C. 1,7 Volumen Kohlensäuregas, 0,43 Sauerstoff und 0,24 Stickstoff, Seide dagegen unter den gleichen Verhältnissen 1,1 C., 0,44 O. und 0,125 N. (Th. de Saussure).

Dasselbe gilt von den Flüssigkeiten. 1 Volumen luftleeren Wassers nimmt bei 18° C. 1,06 Volumen Kohlensäure, 0,065 Sauerstoff, 0,042 Stickstoff und nur 0,05 atmosphärischer Luft auf. Erleidet die Temperatur keine Veränderung, so kommen hier bloß die Volumina der beiden Flüssigkeiten verschiedener Dichtigkeitsgrade, wenn man von einzelnen durch die chemischen Verhältnisse bedingten Ausnahmen absieht, in Betracht. Eine bestimmte Menge Wassers verschluckt daher dem Raume nach eben so viel Kohlensäure bei 0° C. und 760 Mm. Druck, als bei 0° C. und 380 Mm. Barometerstand. Da sie aber bei 760 Mm. doppelt so viel wiegt, als bei 380, so ergiebt sich hieraus von selbst, daß sich die Gewichte der absorbirten Gase unter sonst gleichen Umständen wie die Druckgrößen verhalten. Der Gebrauch der Compressionspumpe zur künstlichen Bereitung der Säuerlinge beruht auf diesem Gesetze.

153 Die gegenseitige Anziehung der Molecüle einer Flüssigkeit steht im

Allgemeinen in umgekehrtem Verhältnisse zu ihrem Absorptionsvermögen. Sie haften in Weingeist, Aether und Oelen lockerer an einander, als in Wasser. Jene verschlucken daher auch mehr, als dieses. Sind aber feste Körper in einer Flüssigkeit aufgelöst, so wird die wechselseitige Anziehung der Atome des Wassers durch die, welche die letzteren auf die Molecüle der Lösungsstoffe ausüben, verstärkt. Das Absorptionsvermögen nimmt daher durch dieses Nebenverhältniß ab. Der Grad, in dem es geschieht, hängt von den Zuständen, welche die Natur des Lösungskörpers bedingt, ab.

Die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung erhellt aus folgender, nach Saussure's Untersuchungen entworfenen Tabelle, die sich auf die Absorptionsverhältnisse der für die Physiologie so wichtigen Kohlensäure und auf 18° C. bezieht.

1 Volumen bei 18° C.	Eigenschwere der Flüssigkeit.	Verschluckte Volumina Kohlensäure.	1 Volumen bei 18° C.	Eigenschwere der Flüssigkeit.	Verschluckte Volumina Kohlensäure.
Weingeist	0,803	2,60.	Wasser	1,000	1,06.
Aether	0,827	2,17.	Salmiaklösung	1,078	0,75.
Weingeist	0,84	1,87.	Zuckerlösung	1,104	0,72.
Terpenthinöl	0,86	1,66.	Wässerige Schwefelsäure	1,84	0,45.
Leinöl	0,94	1,56.	Kochsalzlösung	1,212	0,329.
Olivenöl	0,915	1,51.	Lösung von Chlorcalcium	1,402	0,261.

Hat der Weingeist bei 18° C. ein spec. Gew. von 0,803, so enthält er nach Delezenne beinahe 95% und bei 0,84 spec. 80% wasserfreien Weingeistes. Man sieht hieraus, daß die Beimischung von 5% oder 20% Wasser das Absorptionsvermögen des Ganzen um 0,73 schwanken läßt.

154 Hat eine Flüssigkeit eine bestimmte Menge eines Gases verschluckt und wird sie dann eines Theiles des auf ihr ruhenden Druckes entlastet, so entweicht ein gewisses Quantum der Luft. Wirken keine verändernden Nebenverhältnisse, so ergiebt sich theoretisch aus der §. 152. angeführten Thatsache, daß so viel davongehen muß, als das Gas, wenn es unter schwächerem Drucke steht, das unter einem stärkeren befindliche an Raumumfang übertrifft. Die Säuerlinge, das Bier oder der Champagner brausen daher auch nach dem Ausziehen des Stöpsels und bei dem Eingießen, das den Gegendruck durch den Stoß verstärkt, auf.

Man hat sich auf gleiche Weise vielfach bemüht, die im Blute enthaltenen Gase mit Hilfe der Luftpumpe frei zu machen. Erfahrungen der Art können zwar über die Beschaffenheit der Luftarten, nicht aber über ihre Mengen genauer belehren, weil mannigfache, später zu erwähnende mechanische und chemische Verhältnisse dem vollkommenen Austritt der Gasarten entgegenwirken.

155 Kommt eine Flüssigkeit mit einer Mischung von Gasen in Berührung, so liefern wenigstens die bisherigen Beobachtungen andere Absorptionsverhältnisse, als die Theorie (von Dalton)[1]) fodert. Wählen wir in

[1]) Das Nähere findet sich z. B. in dieser Hinsicht in J. Liebig u. J. Poggendorff, Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig, 1836. 8. S. 35 — 46.

dieser Hinsicht das einfachste Beispiel, so müßte die Atmosphäre, die von luftfreiem Wasser verschluckt worden, bei 18° C. 28,61% Sauerstoff enthalten. Beistimmungen, die freilich nach älteren eudiometrischen Methoden angestellt sind, ergaben aber, daß Schneewasser 28,7%, Seinewasser 29,1 bis 31,9, Regenwasser 31,0 und destillirtes Wasser 32,8 führten. (A. v. Humboldt und Gay. Lussac). Es läßt sich vorläufig nicht entscheiden, ob die Theorie im Unrecht ist oder ob eine Flüssigkeit eine größere Menge einer Luftart aus einem Gasgemenge, als aus einem reinen elastisch flüssigen Körper verschluckt.

Anhang Nr. 14.

156 Das Blut des Menschen und der Säugethiere absorbirt Kohlensäure und Sauerstoff mit großer Begierde. 1 Volumen Serum des Menschenblutes verschluckte in den Versuchen von Jones[1]) in 18 Stunden 1,07 und dieselbe Menge von dem des Ochsenblutes nach Scherer[2]) 2,06 Vol. Kohlensäure. Frisches, behufs der vollkommenen Abscheidung des Faserstoffes mit Bleistücken geschütteltes Menschenblut nahm nach Christison[3]) 0,057 bis 0,14 Sauerstoff auf. Enthielt es 11—12% Farbestoff, so absorbirte es 0,14. Führte es dagegen nur 6% desselben bei einem an Herzerweiterung und Wassersucht leidenden Mädchen, so sank dieser Werth 0,07. hinab[4]). Da nun 1 Vol. Wasser bei 18° C. 1,06 Kohlensäure und nach Saussure 0,065 oder nach Dalton[5]) 0,037 bis 0,04 Sauerstoff zurückbehält, so ergiebt sich hieraus, daß die beiden genannten Gase weit günstigere Bedingungen ihrer Aufnahme in dem Blute, als in dem reinen Wasser finden.

Der Stickstoff verhält sich auf entgegengesetzte Weise. Mit Menschenblut geschüttelte atmosphärische Luft hatte nicht nur Nichts von ihrem Stickstoff verloren, sondern noch ungefähr um $^1/_{500}$ — $^1/_{1000}$ an Umfang zugenommen. Alle diese Thatsachen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Grundverhältnisse der Athmung und des Erstickungstodes.

Frisches Menschenblut und vorzüglich Serum desselben verschluckt in drei Tagen nach Martens[6]) bei 1° — 2° C. kaum so viel Sauerstoff, als reines Wasser unter den gleichen Verhältnissen. Es nimmt nur deshalb weit mehr in höherer Wärme auf, weil dann chemische Verbindungen eingeleitet werden.

157 Bringt man eine Flüssigkeit, die sich mit einem Gase, z. B. Kohlensäure, auf dem Wege der Absorption gesättigt hat, unter eine zweite Luftart, wie Sauerstoff, so wird dieser nicht nur verschluckt, sondern er treibt auch einen Theil der Kohlensäure aus Das Blut bietet die gleiche Erscheinung im Leben, wie nach dem Tode dar. Zieht es Sauerstoff in den Lungen und der Haut ein, um sich heller zu röthen, so giebt es dafür einen Theil der Kohlensäure, die in ihm enthalten ist, ab. Seine Umwandlung aus dunkelem venösen in arterielles Blut beruht auf diesem Vorgange.

---

[1]) J. Liebig's u. J. C. Poggendorff's Handwörterbuch der Chemie, Bd. I. S. 877.
[2]) Ebendaselbst, S. 877.
[3]) Froriep's Notizen. Bd. XXX. Erfurt, 1831. 4. Nr. 644. S. 85. 86.
[4]) Ebendaselbst, S. 88.
[5]) Handwörterbuch der Chemie, Bd. I. S. 28.
[6]) Martens, Bulletin de l'Académie de Bruxelles. T. IV. Bruxelles, 1845. 8. p. 523. 524.

Manche Urinarten entbinden ebenfalls Kohlensäure, so wie sie, frisch aus dem Körper gelassen, mit der Atmosphäre in Berührung kommen [1]).

Davy giebt an, daß Blut, das 0,33 Sauerstoff verschluckte, 0,15 Kohlensäure frei machte. Nach Christison soll dieser Werth 0,020 bis 0,025 für 0,057 bis 0,140 Sauerstoff betragen. Solche Versuche können jedoch nur den Grundvorgang im Allgemeinen belegen. Man ist nicht im Stande, ihre Zahlen zu ferneren Bestimmungen zu benutzen, weil sie in geschlossenen Gefäßen vorgenommen und die wesentlichen Correctionswerthe der Veränderungen des Druckes, der Spannung oder des Volumens außer Acht gelassen worden sind. Dasselbe gilt auch von den §. 156 angeführten absoluten Absorptionszahlen.

158 Gasdiffusion. — Setzt man die Daltonsche Theorie der Molecularthätigkeit der Gase als richtig voraus, so folgt aus den allgemeinen Verhältnissen der Bewegung der Flüssigkeiten, daß zwei nur mechanisch auf einander wirkende Gase, die durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, bei gleichem Drucke so lange zu einander strömen müssen, bis sich ihre ausgetauschten Volumina umgekehrt, wie die Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeiten verhalten. Da Graham der Erste war, welcher diesen Satz durch Versuche erhärtete, so nennt man auch jene Norm das Grahamsche Diffusionsgesetz. (Anhang Nr. 15.)

Nimmt man die Dichtigkeit der reinen wasserfreien Atmosphäre bei 0° C. und 760 Mm. = 1, so hat der Sauerstoff eine Eigenschwere von 1,10563, die Kohlensäure ein specifisches Gewicht von 1,52910 und der Stickstoff 0,97137 (Regnault) [2]). Die Quadratwurzeln dieser drei Größen sind daher O = 1,0515; C = 1,2366 und N = 0,98558. Tauschen sich also Sauerstoff und Stickstoff auf dem oben erwähnten Wege der Diffusion aus, so wird für 1 Volumen Sauerstoff, das eintritt, $\frac{0,98558}{1,0515} = 0,93732$ Vol. Stickstoff davongehen. Hätten wir Kohlensäure statt des Stickstoffes, so mußten $\frac{1,0515}{1,2366} = 0,8503$ Vol. Kohlensäure durch 1 Vol. eingenommenen Sauerstoffes ausgetrieben werden. Wir werden aber in der speciellen Physiologie sehen, daß in der That diese Werthe die Grundnormen für den Gasaustausch, den das Athmen und die Hautausdünstung vermitteln, abgeben.

Da wir mehrfach auf die Verhältnisse der Diffusion der Gase zurückkommen und die Unterschiede der Theorie und Erfahrung, so fern sie den Menschen betreffen, beleuchten werden, so wollen wir hier als Vorläufer ähnliche Vergleiche zwischen den von Graham [3]) gefundenen und den theoretisch zu berechnenden Zahlen, die wir in der Folge brauchen, anstellen. Ich wähle dabei als Grundlage die neueren genaueren Dichtigkeitsbeobachtungen und nicht die älteren, von denen einige wenigstens in bedeutendem Grade von der Wahrheit abweichen. Wir haben im Verhältniß zur Atmosphäre: (Anhang Nr. 15.)

---

[1]) C. v. Erlach, Versuche über die Perspiration einiger mit Lungen athmender Wirbelthiere. Bern, 1846. 4. S. 79 — 82.

[2]) Regnault, in den Annales de Chimie et Physique Troisième Série. Tome. XV. p. 228 — 233. Für die Kohlensäure ist durch einen Druckfehler 1,52901 statt 1,52910 angegeben.

[3]) Graham in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XII. Edinburgh, 1834. 4. p. 252.

Gas.	Flüssigkeit.	Volumen.		Abweichung des gefundenen von dem berechneten Werthe.
		berechnet.	gefunden.	
Sauerstoff	1,10563	0,95103	0,9487	− $^1/_{408}$.
Kohlensäure	1,52910	0,8087	0,812	+ $^1/_{231}$.
Stickstoff	0,97137	1,0146	1,0143	− $^1/_{3382}$.
Wasserstoff	0,06923[1])	3,8006	3,83	+ $^1/_{129}$.
Kohlenoxyd	0,9769	1,0118	1,0149	+ $^1/_{319}$.
Kohlenwasserstoff	0,555	1,3424	1,344	+ $^1/_{839}$.

Poröse Thonpfröpfe dienten in diesen Versuchen als Scheidewände. Sie gelingen aber eben so gut mit anderen unorganischen mit Spalträumen versehenen Körpern und mit befeuchteten thierischen Häuten[2]). Selbst Seifenblasen können gebraucht werden, um die Gasdiffusion anschaulich zu machen[3]).

Bringt man eine mit einem Gase gesättigte Flüssigkeit unter eine andere in einem bestimmten Raume enthaltene Luftart, so wird diese (der Dalton'schen Theorie nach), wie wenn sie luftleer wäre, verschluckt. Die früher aufgenommene Luft entweicht aber so lange, bis sich die Spannkraft des Ausgetretenen und des Zurückgebliebenen dem Raume entsprechend ausgeglichen hat.

159 Es läßt sich theoretisch darlegen, daß ein von einer Flüssigkeit mechanisch aufgenommenes Gas auf eine freie Luftart, mit der es in mittelbare Berührung kommt, wenn keine Nebenverhältnisse die Molecularthätigkeiten stören, dem Diffusionsgesetze nach wirkt. Unser Blut enthält Kohlensäure und besitzt eine große Anziehung zum Sauerstoff, so gut als keine dagegen zum Stickstoff. Kommt es mit der Atmosphäre in Wechselwirkung und finden keine Druckstörungen Statt, so werden 0,8503 Vol. Kohlensäure für 1 Vol. Sauerstoff austreten. Die Erfahrung hat auch diesen Satz durch Athmungsversuche, die von aller Theorie unabhängig angestellt wurden, so weit es die Druckverhältnisse gestatten, bestätigt.

Anhang Nr. 15.

Aerostatische und atmosphärische Erscheinungen.

160 **Luftdruck.** — Die elastisch-flüssige Atmosphäre, welche die Erdoberfläche bis zu einer gewissen Höhe umgiebt, drückt auf jeden Körper, mit dem sie in Berührung kommt, mit einer ihrem Gewichte entsprechenden Kraft. Diese Wirkung muß aber mit der Höhe über dem Meeresspiegel abnehmen. Denn AB, Fig. 20., hat die ganze Säule $ABCD$, $F'E'$ nur $F'E'CD$ und FE bloß $FECD$ zu tragen. Wie also das Barometer in größeren Höhen tiefer und in bedeutenderen Tiefen höher steht, so trägt der Mensch, je nachdem er sich über dem Meeresspiegel erhebt oder zu ihm hinabsteigt, schwächere oder stärkere Atmosphärenlasten.

Fig. 20.



[1]) Regnault a. a. O. p. 231.
[2]) Marianini in den Annales de Chimie et Physique. 3me Série. Tome IX. Paris, 1843. 8. p. 382.
[3]) Graham, a. a. O. p. 240. 241. Faust in Froriep's Notizen. Bd. XXX. Erfurt, 1831. 4. Nr. 646. S. 118. Vergl. die erste Auflage dieses Lehrbuches, Bd. I. S. 77.

Steht der Barometer bei 0° C. und 45° geographischer Breite auf 760 Millimeter, so drückt die Luft mit 1,03334 Kilogrammen auf je einen Quadratcentimeter. Da aber ungefähr die Oberfläche meines Körpers 1,5 Quadratmeter beträgt, so hätten wir eine Gesammtlast von 15500 Kilogramm oder, den Centner zu 100 Pfund gerechnet, von 310 Centnern. Beträgt der auf 0° C. reducirte Barometerstand, während ich dieses schreibe, 711,31 Mm., so vermindert sich jener Werth auf 14507 Kilogramm. Er sank auf dem Faulhorn bei 550 Mm. auf 11217 Kilogr. und würde auf der Spitze des Montblanc bei 433,12 Mm.[1]) 8833,3, in einem der tiefsten Schachte dagegen bei 796 Mm. 16234 Kilogr. ausmachen. 161 Anhang Nr. 16.

So sehr aber auch diese Zahlen auf den ersten Blick befremden, so verliert sich doch alles Wunderbare, wenn wir bedenken, daß jeder andere Körper der Erdoberfläche die gleichen Oberflächenlasten auszuhalten hat. Alle ihre Eigenschaften sind nur unter diesen Druckkräften möglich.

162 Wirken Gewichte auf feste oder tropfbar flüssige Massen, so ändern sie deren Umfang in unbedeutendem Grade. Die Gase dagegen verhalten sich auf andere Weise. Ihre Spannkraft sucht sie ins Unendliche auszudehnen. Der Druck, der auf ihnen ruht, beschränkt sie in diesem Streben und ändert ihr Volumen nach Maaßgabe seiner Kraft.

163 Das Mariotte'sche Gesetz lehrt, daß der Rauminhalt einer Luftart in umgekehrtem Verhältniß zu dem Drucke, unter dem sie sich befindet, steht. Nimmt z. B. ein Gas bei 760 Mm. Barometer oder einem einfachen Atmosphärendruck einen Cubikmeter ein, so beträgt sein Rauminhalt bei 2 Atmosphären die Hälfte und bei einer halben das Doppelte. Dieses Verhältniß muß die Gewichte, welche die gleichen Raumtheile darbieten, ändern. 1 Cubikmeter Luft wiegt bei 0° C., wenn er unter einem einfachen Atmosphärendrucke steht, 1299,075 Grm. Er ist aber unter zwei Atmosphären doppelt so schwer und hat nur 649,5375 Grm. unter der Hälfte des gewöhnlichen Luftdruckes am Meeresspiegel. Während die Volumina in umgekehrtem Verhältnisse mit den Druckgrößen steigen und fallen, folgen in dieser Beziehung die Gewichte der geraden Proportion. Beiderlei Annahmen gelten jedoch nur, so lange nicht die Wärme oder die Spannung von Wasserdünsten Nebenveränderungen bewirkt.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Luft auf hohen Bergen dünner und leichter, als in der Ebene ist und daß ihre Dichtigkeit, je tiefer wir in die Erde eindringen, um so mehr zunimmt. Sie würde, wenn das Mariotte'sche Gesetz unverändert fortwirkte, $7\frac{1}{2}$ Meilen unter dem Meeresspiegel die Eigenschwere des Wassers und etwas über 10 Meilen unter ihm die des Quecksilbers erreichen.[2])

S. 78. und G. Th. Fechner's Repertorium der Experimentalphysik. Bd. I. Leipzig, 1832. 8. S. 111 — 115.

[1]) M. Barry, Ascent to the Summit of Mont Blanc in 1834. Edinburgh, 1836. 8. p. 108.

[2]) Poggendorff in S. W. Liebig's Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig, 1840. S. 552.

Der auf den Meeresspiegel und 45° Breite reducirte Luftdruck ist nicht an allen Orten der gleiche, weil die durch die Temperaturverhältnisse und andere Ursachen bedingten Strömungen Abweichungen veranlassen. Er beträgt z. B. für Paris 761,68 Millim., für Tripolis 766,60 und für Godthaab 753,14 Millim. Zieht man das Mittel aus 32 solchen Beobachtungen[1]), die unter verschiedenen Breitegraden gemacht worden, so erhält man 759,23 Millim. Man gebraucht aber der Kürze wegen 760 Millim. als einen einfachen Atmosphärendruck.

Das Mariotte'sche Gesetz galt, seit Arago und Dulong nachgewiesen hatten, daß es sich bis zu einem Drucke von 27 Atmosphären für atmosphärische Luft bewährt, für ein Grundtheorem der Physik. Die neueren Untersuchungen von Regnault[2]) lehrten aber, daß von ihm Gase und Dämpfe unter gewissen Verhältnissen der Temperatur und des Druckes abweichen. Fände es die allgemeinste Anwendung, so müßte eine Luftart bei einem bestimmten Wärmegrade in gleichem Verhältnisse der Verdünnung oder Verdichtung leichter oder schwerer werden. Da das Gleiche mit der Atmosphäre der Fall ist, so würde hierdurch das specifische Gewicht des Gases, wenn man es auf das der atmosphärischen Luft zurückführt, dasselbe bleiben. Dieses ist aber nicht immer der Fall.

Kohlensäure von 100° C. hat ein etwas geringeres specifisches Gewicht, als Atmosphäre von 100° C., weil sie sich durch die Wärme stärker ausdehnt. Ihre Eigenschwere betrug dann nach Regnault[3]) bei 760 Millim. 1,54218 und bei 383,39 Millim. 1,52410. Der Unterschied, den die Differenz der Barometerstände ergab, ist hier so gering, daß er noch innerhalb der Beobachtungsfehler liegt. Hatte dagegen die Kohlensäure bei 0° C. eine Eigenschwere von 1,52910 bei 760 Millim., so betrug sie 1,52366 bei 374,13 Millim. und 1,52145 bei 224,17 Millim. Sie sank also mit Abnahme des Druckes in bedeutendem Grade. Die Kohlensäure dehnt sich mithin bei einer halben oder einem Drittel Atmosphäre um mehr als die Hälfte oder ein Drittheil aus.

Die Verhältnisse des Wasserdampfes lassen sich in dieser Hinsicht weniger scharf bestimmen, weil die Untersuchungsmethode einflußreiche Fehlerquellen mit sich führt. Regnault[4]) selbst nimmt an, daß jedenfalls die Abweichungen der Theorie und Erfahrung, wenn die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, der Druck die gewöhnlichen Grenzen der Barometerschwankungen der Wohnorte nicht übersteigt und die Temperatur zwischen 0° C. und 45° C. liegt, kaum um $^1/_{100}$ des geforderten Werthes ausmachen. Nur muß man den Gay-Lussac'schen Werth, nach welchem Dichtigkeit der Wasserdämpfe $^5/_8$ von der der Luft oder besser theoretisch 0,622 und nach Regnault[5]) im Durchschnitt 0,62302 beträgt, zum Grunde legen.

Diese Ausnahmen von dem Mariotte'schen Gesetze berühren nicht die meisten der physiologischen Fragen. Machen sie aber selbst ihre Einflüsse geltend, so ändern sie so wenig, daß die Unterschiede noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fallen. Wir werden sie daher nur da, wo sie in beträchtlicherem Grade einwirken, berücksichtigen müssen.

164 Während aber die Gase durch die Wirkungen des Druckes in ihrem Volumen bestimmt werden, zeigen die flüssigen und festen Körper geringe Verdichtungscoefficienten. Das Wasser wird nach Oersted[6]) bei 3°75 C. durch einen Atmosphärendruck um 46,77 Milliontheil seines Volumens eingeengt. Dieser Werth fällt noch kleiner in festen Stoffen aus. Hat aber mein Körper (bei 54 Kilogr. Gewicht) 50656 C. C. Rauminhalt und nehmen wir selbst $\frac{1}{21381}$ als Größe der Zusammendrückung an, so würde er nur um 2,37 C. C. durch eine Druckverstärkung von einer Atmosphäre

[1]) Liebig's Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. S. 544.
[2]) Regnault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIV. Paris, 1844. p. 211.
[3]) Ebendaselbst, Tome XIV. Paris, 1845. p. 235.
[4]) Ebendaselbst, Tome XV. Paris, 1845. 8. p. 160.
[5]) Ebendaselbst, p. 146.
[6]) Dove und Moser's Repertorium der Physik. Bd. I. Berlin, 1837. 8. S. 142.

abnehmen. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Einflüsse, welche die Verschiedenheit des Luftdruckes in Höhen und Tiefen nach sich zieht, nur diejeingen Thätigkeiten unseres Körpers, die mit Verhältnissen der Gase und der Dämpfe in Beziehung stehen, zu berühren im Stande sind.

Die bedeutenden Höhenunterschiede der Orte, in denen sich der Mensch ohne Nachtheil für seine Gesundheit aufhalten kann, beweisen, daß das Wechselspiel des Organismus eine große Breite der Unterschiede des Luftdruckes verträgt. Die noch bewohnte Meierei von Antisana liegt 3787, das einige Monate im Jahre besuchte Posthaus von Ancomarca 4425 und Potosi 4447 Meter über dem Meere. Menschliche Wohnungen finden sich noch in Peru sowohl, als in Tibet in 4500 und im Himalaya in 4800 Meter Höhe. Gerard kam in dem Himalaya bis zu 5832 und Humboldt, Bonpland, Boussingault und Hall auf dem Chimborasso bis zu 6028 Meter. Als Gay Lussac in einem Luftballon aufstieg, stellte er noch physikalische Beobachtungen 7016 Meter über dem Meeresspiegel an. Die größte Höhe, welche der Mensch zu erreichen vermag, liegt aber noch weit von der Luftgrenze entfernt. Denn man kann aus den Erscheinungen der Dämmerung berechnen, daß noch 70 Kilometer über dem Meeresspiegel Lufttheile, die das Licht zurückwerfen, vorhanden sein müssen. 165

Der tiefste bis jetzt gegrabene Schacht hat eine senkrechte Länge von 900 Meter, erreicht aber dabei noch nicht seiner Oertlichkeit wegen den Spiegel des Meeres. Man ist jedoch an anderen Stellen durch Bergwerksarbeit 384 Meter unter ihm und noch weiter bei Gelegenheit der Bohrversuche artesischer Brunnen und vorzüglich in Taucherglocken vorgedrungen.

Alex. von Humboldt[1]) lieferte an sich selbst den vollständigsten Beleg für die Größe des Wechsels, den der Mensch in dieser Hinsicht ohne Schaden erträgt. Als er sich auf der Spitze des Chimborasso befand, zeigte der Barometer 376,73 Millim. Der Luftdruck betrug aber in der Taucherglocke, mit der er sich später versenken ließ, 1150,47 Millim. Er war mithin etwas mehr als drei Mal so groß, wie in jener Höhe.

Reisende, welche die höchsten Spitzen der Erde bestiegen, litten bisweilen an Kopfschmerz, Uebelkeit, Erbrechen, Ohnmacht oder Schlafsucht und bluteten aus der Nase, den Lippen, dem Zahnfleisch, der Bindehaut des Auges oder den Fingerspitzen. Allein alle Beschwerden der Art kamen weder bei den Besteigungen des Montblanc durch Barry, Martius und Bravais, noch bei den der Jungfrau durch Agassiz, Desor und Forbes, noch endlich bei der des Finsteraarhornes, des Schreckhornes und des Wetterhornes durch einzelne der genannten Forscher oder andere Reisende vor. Zeigen sich solche Zufälle, so hat vermuthlich die Anstrengung einen großen Antheil an ihrem Auftreten. Man bemerkt zwar bisweilen, daß Menschen, die größere Höhen erklimmen, plötzlich ermatten und wie gelähmt hinsinken. Diese Erscheinung hängt aber größtentheils mit der übermäßigen Anstrengung, die man zu machen pflegt, zusammen. 166

---

[1]) C. G. Carus, System der Physiologie. Thl. I. Dresden und Leipzig, 1838. 8. S. 254.

Manche Beobachter geben noch an, daß fein organisirte Menschen die barometrische Veränderung bei dem Besteigen selbst nicht sehr bedeutender Höhen, wie des Rigi (1667 Meter) durch eine eigenthümliche Empfindung im Ohre wahrnehmen. Indem nämlich die Luft der Eustachi'schen Trompete in einzelnen Zwischenräumen austritt, erzeugt sich das Gefühl, als wenn ein Bläschen im Ohr aufginge [1]. Nur wenige Personen scheinen jedoch diese Empfindung zu haben. Ich konnte sie selbst nicht bei Ersteigung von Höhen von 2500 bis 2700 Meter wahrnehmen. Agassiz, Desor und manche andere männliche oder weibliche Individuen, Personen mit und ohne musikalisches Gehör, die häufige Reisen in den Alpen machten, kamen zu dem gleichen negativen Ergebnisse.

Clarke will schon eine dunkelere Färbung des Blutes auf dem Montblanc bemerkt haben. Es muß jedoch noch dahingestellt bleiben, ob nicht diese Erscheinung zufällig war und eben so sehr von der Kälte, als der Höhe des Ortes herrührte.

167 Die verdünnte Luft, die auf sehr hohen Bergspitzen vorhanden ist, bedingt eine Reihe anderer Eigenthümlichkeiten, die schon beständiger vorkommen. Sie leitet den Schall schlechter, als die dichtere Atmosphäre. Eine auf dem Montblanc abgefeuerte Pistole veranlaßt nur ein starkes Krachen, als wenn die Waffe nicht gehörig geladen wäre. (Saussure, Barry.) Die Töne der menschlichen Stimme erleiden das gleiche Schicksal. Man hört nicht mehr so gut das Rufen aus der Ferne in Höhen von 2000 Meter, wie in der Ebene. Es macht daher den Eindruck, als habe sich die Empfindlichkeit des Ohres vermindert. Die leichtere Atmosphäre setzt einen geringeren Widerstand der Athmungsmechanik entgegen. Die Zahl der Athemzüge (A. Vogt) [2]) und der Pulsschläge (Gay Lussac) vergrößert sich daher bisweilen. Da die dünnere Luft weniger Sauerstoff dem Gewichte nach enthält, so können hierdurch Athembeschwerden, Appetitlosigkeit, Mattigkeit und Schläfrigkeit entstehen. Das Blut vermag an Gerinnbarkeit zu verlieren und desto leichter unter geringerem Drucke auszutreten.

168 Der tiefe Barometerstand begünstigt die Dampfbildung, weil die Spannkraft des Wasserdunstes weniger Widerstand zu überwinden hat. Das Wasser siedet daher früher unter minderem, als unter stärkerem Luftdrucke. Liegt sein Kochpunkt unter 760 Mm. bei 100° C., so gleicht er nach Bravais und Martins [3]) bei 756,85 Mm. (Paris) 99°880 C., bei 730,40 Mm. (Genf) 98,890° C. und bei 423,74 Mm. (Spitze des Montblanc)84,396° C. Er würde bei 5 Mm. Luftdruck bei 0° C. auftreten, weil dann seine Spannkraft 5,059 Mm. beträgt und sich mithin Wirkung und Gegenwirkung ausgleichen.

Diese Erscheinung muß sich in der Lungen- und Hautausdünstung des Menschen wiederholen. Arbeitet nicht die Kälte dem Einflusse des verminderten Luftdruckes entgegen, so geht mehr Wasser durch die Perspiration davon. Die Haut wird trockener; der Urin sparsamer und der Druck größer. Die directe und die strahlende Wärme, die z. B. nach Forbes auf der Höhe des Montblanc $^{2}/_{5}$ stärker, als am Meeresspiegel ist, kann diese Erscheinungen begünstigen. Das Gefühl der Leichtigkeit

[1]) Carus in dem amtlichen Bericht über die Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Jena. Jena, 1836. 4. S. 11 und a. a. O. S. 254.
[2]) Augsburger allgemeine Zeitung. 1845. Nr. 246. Beilage. S. 1966.
[3]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. T. XIV. Paris, 1845. 8. p. 198.

und die heitere Gemüthsstimmung, die sich so häufig auf hohen Bergen einfindet, dürfte vorzugsweise durch die regere Körperausdünstung begünstigt werden.

169 Lebt ein Mensch in einer sehr dichten Luft, so setzt diese einen größeren Widerstand seiner Athmungsmechanik entgegen. Die Respiration wird daher kürzer, das laute Sprechen, das Singen und Pfeifen beschwerlicher und die Sprache erhält leicht einen näselnden Nebenton. Der starke Druck, der auf dem Trommelfelle von außen her lastet, verursacht ein eigenes Gefühl im Ohre[1]) das jedoch nur in Einzelfällen deutlich wahrgenommen wird.

170 Wechselt der Luftdruck binnen kurzer Zeit innerhalb weiter Grenzen, so werden auch seine Wirkungen stürmischer hervortreten. Sie verschwinden dagegen zu einem großen Theile, so wie die Gewohnheit ihre Eigenthümlichkeiten zu verringern oder gar aufzuheben vermag.

Junod[2]) suchte die Einflüsse, welche plötzliche künstliche Veränderungen des gesammten Luftdruckes hervorrufen, zu ermitteln. Wurde er auf $^3/_4$ Atmosphäre (570 Millim.) zurückgeführt, so spannte sich das Trommelfell in merklicher Weise. Die Athemzüge wurden kürzer und häufiger und es stellte sich binnen einer Viertelstunde Dyspnö ein. Die Arterien waren voll, klopften öfter und ließen sich leicht zusammendrücken. Die oberflächlichen Blutadern der Haut schwollen an. Es stellte sich in ihr ein lästiges Gefühl von Wärme ein und ihre Ausdünstung vermehrte sich. Speichel und Harn nahmen ab und eine vollkommene Apathie bildete den Schluß des Ganzen.

War dagegen der Druck auf $1^1/_2$ Atmosphären (1140 Millim.) verstärkt, so wurde das Trommelfell nach innen gedrängt. Die Athemzüge erschienen tiefer und seltener. Der ganze Respirationsproceß soll dann überhaupt mit mehr Leichtigkeit vor sich gegangen sein. Ein angenehmes Gefühl von Wärme in der Brust trat eine Viertelstunde nach dem Beginn des Versuches auf. Der häufige und volle Puls ließ sich schwerer zusammendrücken. Die oberflächlichen Körpervenen verloren an Umfang und schwanden oft gänzlich. Die Absonderungen schienen vermehrt zu sein. Während endlich die Muskelbewegungen und die Geistesthätigkeiten lebhafter wurden, nahm das Körpergewicht auffallend ab.

171 Die Natur benutzt die Wirkung des Luftdruckes, um manche Thätigkeiten des Organismus möglich zu machen und viele Einrichtungen unseres Körpers zu vervollkommnen. Zwei Halbkugeln, die auf einander passen und Atmosphäre in ihrem Höhlenraum einschließen, fallen von selbst auseinander, weil die innere und die äußere Luft mit den gleichen Druckgrößen wirken und die Schwere ihre gegenseitige Adhäsion überwindet. Hat man dagegen die in ihnen enthaltene Atmosphäre ausgepumpt, so werden sie durch das Gewicht der äußeren Luft an einander gedrückt. Jeder Quadratcentimeter Oberfläche ist mit etwas mehr, als 1 Kilogr. belastet und selbst viele vorgespannte Pferde können nicht solche Halbkugeln, wenn sie irgend groß sind, aus einander reißen. Der Gebrauch der Schröpfköpfe beruht auf demselben Verhältnisse. Wir verdünnen die in ihnen enthaltene Luft durch die Erwärmung. Hat sie hierdurch eine geringere Spannkraft, als die kältere Atmosphäre, die sich außerhalb des Schröpfkopfes befindet, erhalten, so haftet dieser mit einer Kraft, die dem Unterschiede der

---

[1]) W. Detmold in medico chirurgical Rewiew. London, 1844. 8. p. 276.
[2]) Froriep's Notizen. Erfurt, 1835. 4. Nr. 985. S. 265.

beiden Druckgrößen entspricht. Das Ansaugen der Blutegel geht von ähnlichen Umständen aus. Das Thier legt seine Scheibe luftdicht an die Haut an, erweitert den hinter ihr befindlichen Raum, dessen gasförmiger Inhalt durch seine Vergrößerung an Spannkraft verliert, und haftet so schon von selbst, ehe es noch seine Zähne eingesetzt hat.

172 Die gleichen Mechanismen kehren häufig in unserem Körper wieder. Legen wir die Lippen luftdicht an unseren Handteller und schließen die Choanenöffnungen von der Mundhöhle ab, so saugen wir uns an, so wie wir den Luftraum durch das Einathmen verdünnen. Befindet sich aber eine unter einem stärkeren Drucke stehende Flüssigkeit vor der Oeffnung eines Raumes von geringerer Spannkraft, so stürzt sie in ihn nach Maaßgabe des Druckunterschiedes ein. Wir saugen daher Luft oder Wasser in eine Spritze, deren Stempel wir zurückziehen. Die Erweiterung der Mundhöhle oder des Brustkastens macht auf diese Weise das Tabackrauchen möglich. Befindet sich die Brustwarze in der Mundhöhle des Säuglings, so stürzt die Milch aus den Oeffnungen der Brustdrüsengänge hervor, so wie der Mund als Saugpumpe zu wirken anfängt. Die Form der Theile begünstigt eben so sehr die Aufnahme der Warze, als das luftdichte Anschließen der Lippen. Wird dieses aber durch das Vorhandensein einer Mißbildung, wie der Hasenscharte oder des Wolfsrachens, verhindert, so stößt auch das Saugen auf Schwierigkeiten oder ist ganz und gar unmöglich. Ernährt man Kinder auf künstlichem Wege, so giebt man deßhalb eine den Cigarrenmundstücken ähnliche Form den Mundstücken der Milchflasche, damit die Lippen mit Bequemlichkeit angelegt werden können. Die Größe und die kugelrunde Gestalt der Kinderstöpsel hat zum Zweck, den Eingang in die Mundhöhle auszufüllen und die unterstützende Thätigkeit der Lippen und der Kiefer möglichst zu verkleinern.

173 Das Wechselspiel des Ein- und Ausathmens beruht auf einer Mechanik, die wir am füglichsten mit der Thätigkeit einer Saug- und Druckpumpe vergleichen können. Denken wir uns, ein Rohr stehe durch *a* mit der Luft und durch *b* mit einem Behälter *cc* in Verbindung, so wird Alles in Ruhe bleiben, so lange die in *cc* enthaltene Atmosphäre dieselbe Spannkraft, wie die äußere Luft hat. Erweitert sich dagegen *cc* aus irgend einem Grunde zu *dd*, so nimmt der Druck des in *cc* enthaltenen Gases in demselben Verhältniß, als *dd* größer wie *cc* ist, ab. Es stürzt daher eine diesem Unterschiede entsprechende Luftmenge durch *a* ein. Kehrt dann *dd* zu seinem früheren Raume *cc* zurück, so wird die Spannkraft um die gleiche Größe erhöht. Eben so viel Atmosphäre, als früher eingesogen worden, tritt jetzt durch *a* hervor. Da sich nun unsere Lungen bei dem Einathmen von *cc* in *dd* und bei dem Ausathmen von *dd* in *cc* umwandeln, so müssen auch hier ähnliche Wirkungen zu Stande kommen.

Fig. 21.



Besitzen aber die Wände von cc so viel Federkraft, daß sie in ihre frühere Lage nach dem Aufhören des fremden Zuges, der den Rauminhalt ändert, zurückspringen, so bedarf es nur einer einseitigen Thätigkeit, um das Wechselspiel des Einsaugens und des Ausstoßens zu unterhalten. Drücken wir eine Gummiflasche zusammen, so wird ihr Luftinhalt ausgetrieben. Hört der fremde Druck auf, so sucht sie vermöge ihrer Elasticität zu ihrer früheren Größe zurückzukehren. Sie saugt dabei die Luft von selbst in ihr Inneres ein. Unser Brustkasten giebt uns ein Beispiel entgegengesetzter Art bei dem ruhigen Athmen. Er wird durch Muskelkräfte erweitert; die Federkraft der Rippenknorpel bringt ihn aber bei der Exspiration zu seinem früheren Umfange.

Sie wirkt, wie man leicht sieht, als eine gewisse Druckgröße, welche der Spannkraft der äußeren Luft entgegenarbeitet. Ist sie aber verhältnißmäßig zu klein und soll dessen ungeachtet jede bleibende Erweiterung verhütet werden, so müssen neue Kräfte zu Hilfe kommen. Besondere Muskeln unterstützen und beschleunigen daher das tiefere Ausathmen. Drücken sie stärker, so blasen wir Luft, die wir in der Mundhöhle oder den Lungen haben, hervor.

Das gewöhnliche Blasen führt gleichzeitig Gase des Mundes und der Athmungswerkzeuge aus. Es verstärkt daher das Athmen und strengt die Brust an. Die Glasbläser, Bergwerksleute und Chemiker, die lange mit dem Löthrohr zu thun haben, erlernen deshalb eine eigene Mechanik, durch welche sie diesen Uebelstand möglichst vermeiden. Sie saugen nämlich viel Luft bei dem Einathmen durch die Nase und die Choanen ein, führen sie größtentheils in den Mund und treiben sie von hier aus in anhaltendem Strome hervor. Sie suchen mithin die Saug- und Druckpumpe der Mundhöhle, so sehr es angeht, von der der Brust zu sondern.

Es versteht sich von selbst, daß die Wände des Behälters, welcher die Luft aufzunehmen hat, mit Ausnahme der Ausgangsöffnung allseitig schließen müssen. Dringt daher eine Wunde durch die Haut, die Brustwände und die Lungen bis zu den größeren Luftröhrenverzweigungen vor, so muß die verletzte Lungenhälfte unthätig bleiben, bis sich die Oeffnung durch Ausschwitzungsmasse oder auf andere Weise verstopft hat. Ist nur die Lunge mit der Brustwand zerrissen, die äußere Haut dagegen unversehrt, so wird die Einathmung möglich, weil die Cutis luftdicht schließt. Jede Ausathmung führt aber einen Theil der Luft in das Unterhautzellgewebe, weil der Widerstand von diesem kleiner, als der Exspirationsdruck ist. Das Gas, das sich auf diese Weise ansammelt, dehnt daher die Hautdecken der Brust, der oberen Extremitäten und selbst einen Theil der übrigen Körperoberfläche aus. Es entsteht so eine weiche, unter dem Drucke des Fingers knisternde Geschwulst oder ein Hautemphysem.

174 Werden feste und flüssige Theile in einem nachgiebigen Behälter luftdicht eingeschlossen, so preßt sie der äußere Atmosphärendruck dicht an einander. Sie können zwar ihre gegenseitige Lage ändern; allein ein Gebilde wird unter allen Verhältnissen an das andere gedrängt. Ist eines von ihnen hohl und nimmt es aus irgend einem Grunde Gas oder Flüssigkeit in sich auf, so verrückt es in gleichem Maaße die übrigen Stücke oder die Wände des Behälters. Es geht auf diese Art kein Raum verloren. Eine solche Einrichtung fordert ein möglichst kleines Volumen für eine größtmögliche Menge von Theilen.

Dieses Princip der Raumersparung findet sich in der Einrichtung aller unserer Körperhöhlen wieder. Die Bauchwände schließen herme-

tisch. Nur seröse Flüssigkeit und kein Dampf oder Gas ist zwischen den einzelnen Eingeweiden vorhanden. Diese liegen dicht an einander. Jedes Darmstück, das nicht Luft oder halbflüssigen Inhalt führt, fällt sogleich durch den äußeren Luftdruck zusammen. Ein Gebilde gleitet unmittelbar an seinem Nachbar vorüber. Das Bauchwasser, das nur in geringer Menge dazwischen liegt, eilt sogleich in jeden Raum, den die Stellungsveränderung der Eingeweide übrig läßt. Brustwand und Lungen, Schädel und Hirn bieten die gleichen Verhältnisse dar.

Oeffnet man die Schutzwände eines solchen hermetischen Behälters, so drängt sich Luft ein; die Theile weichen aus einander und erfüllen einen größeren Raum, wie früher. Die Bauchhöhle kann uns diesen Satz, der sich übrigens von selbst ergiebt, am anschaulichsten belegen. Präparirt man die Bauchdecken so los, daß die Eingeweide durch das vollkommen unverletzte Bauchfell durchschimmern, so sieht man, daß die einzelnen Schlingen des Dünndarmes auf das dichteste nebeneinander liegen. Die kleinste Oeffnung in dem Peritonenm dagegen läßt Luft genug einstürzen, damit sie sich auf der Stelle von einander entfernen und in Unordnung gerathen. Der hermetische Verschluß sichert die gegenseitigen Ortsbeziehungen dieser beweglichen Massen.

Die eben erläuterte physikalische Auffassungsweise, die mit Recht von E. H. Weber, Joh. Müller, Henle, Ecker, Günther u. A. vertheidigt worden, verbannt natürlich jeden serösen Dunst, den viele frühere Forscher in den verschiedenen Höhlen unseres Körpers angenommen haben. Es befremdete nämlich, daß diese nur sehr wenig Wasser in gesunden Leichen führen. Man stellte sich daher die Sache vor, als befinde sich das Ganze in einem leeren oder mit Luft gefüllten Behälter, der sich in einem der Körperwärme entsprechenden Grade mit Wasserdunst gesättigt hat. Ein nutzloser und selbst schädlicher Raum der Art kommt aber nirgends in dem gesunden Organismus vor, weil die Theile auf das Dichteste aneinander gedrängt sind. Die Flüssigkeitsmenge, die unter Normalverhältnissen in den serösen Höhlen gefunden wird, drückt eben nur die Summe der einzelnen, möglichst kleinen Spalten, die zwischen den Organen übrig bleiben, aus; sie beweist am besten, wie zweckmäßig und sparsam Alles zusammengefügt ist. Sie kann sich, wie die Wassersuchten zeigen, krankhaft vermehren und die einzelnen Gebilde oder die umschließenden Wände ausdehnen und zerren. Der Druck, der sie aus dem Blute hervortreibt und an ihrem Orte erhält, ist dann größer, als der atmosphärische, der von außenher thätig ist.

Setzen krankhafte Vorgänge Luftarten in geschlossenen Höhlen ab, so sättigen sich diese für ihre Temperatur mit Wasserdampf. Die Bauchhöhle enthält daher z. B. allerdings einen serösen Dunst, wie man ihn früher für die Normalverhältnisse annahm, bei äußerer Tympanitis.

Es ergiebt sich aber von selbst, daß wir nicht die Zustände der lebenden serösen Höhlen mit denen, welche sich nach deren Oeffnung in der Leiche darstellen, verwechseln dürfen. Spalten wir die Bauchdecken, so hält nicht mehr der Luftdruck den früheren hermetischen Raum und die in ihm eingeschlossenen Organe als Ein Ganzes zusammen. Er wirkt nur auf die einzelnen Theile und gestattet, daß sie ihren Schwereverhältnissen entsprechend auseinanderweichen und ihre Abstände durch Aufnahme von Luft vergrößern. Die geöffneten Hirnhöhlen haben daher auch bei Sectionen ein größeres Volumen, als im Leben.

175 Die Weichheit und Nachgiebigkeit der organischen Theile, ihre durch besondere Muskelkräfte oder durch Schleim und andere zähe Körper vermittelte Schließung kann die luftdichte Begrenzung unter sonst ungünstigen Verhältnissen sichern. Bedenken wir, daß die Fallopischen Röhren der

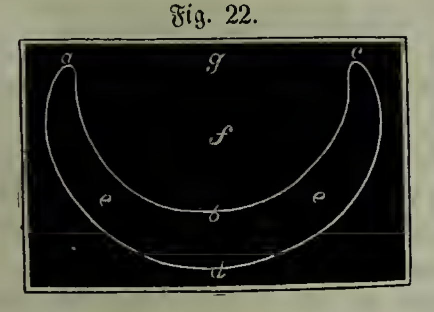
Frau freie Bauchöffnungen haben, so ist hierdurch die Möglichkeit einer Verbindung der Atmosphäre mit der Unterleibshöhle durch die Scheidenöffnung gegeben. Sie käme zu Stande, wenn die Wände der Tuben starr wären und offen ständen. Da sie aber von selbst zusammenfallen und in diesem Zustande durch den geringsten Druck der Nachbartheile erhalten werden, so müßte schon Alles luftdicht schließen, wenn selbst keine Schleimmassen die Mündungen der Eileiter in die Gebärmutter und die Oeffnung dieser in die Scheide verstopften. Die gleiche Ursache verhütet, daß keine Luft von der Harnröhrenmündung aus in die Harnblase eindringt.

Die krankhaften Gasansammlungen im Unterleibe, die man vorzüglich bei Kühen, wenn sie zu viel Klee oder andere blähende Nahrung genossen haben, vorfindet, beweisen am besten, mit welcher Kraft die Bauchdecken hermetisch schließen. Sie erreichen nicht nur eine sehr bedeutende Größe, sondern führen auch oft weit mehr Wasserstoff (15—80%), als dem Diffusionsgesetze nach (§. 158) möglich wäre. Es muß daher die Wechselwirkung mit der Atmosphäre mangeln oder weit unvollständiger, als durch den Sprung einer Glasglocke, zu Stande kommen.

Dringt plötzlich Luft in Folge einer Verwundung in die Bauchhöhle ein, so reizt sie die Eingeweide, die nicht an diesen Einfluß gewöhnt sind. Entzündungserscheinungen können daher leicht als unmittelbare Folgen auftreten. Schließt sich die Oeffnung nicht, so wird in dieser Hinsicht die Gewohnheit jeden durchgreifenden Nachtheil zu beseitigen im Stande sein. Eine Frau, der aus Versehen die vorgefallene Gebärmutter abgeschnitten worden und bei welcher die Mündung des oberen Endes der Scheide lange Zeit offen blieb, hatte nur, wenn ein Wind ging, ein Gefühl von Kälte im Unterleibe, als wenn sich eine neue Luftmenge gegen die frühere austauschte.[1])

176 Mechanische Nebenvortheile bilden die nothwendigen Folgen des luftdichten Verschlusses der in sich abgegrenzten Höhlen unseres Körpers.

Fig. 22.



Stellen wir uns vor, *adcb* sei eine in sich zurücklaufende seröse Höhle, deren Innenraum *e* von Flüssigkeit ausgefüllt wird; der Raum *f* des unmittelbar von ihr umgebenen Organes dagegen steht durch die Mündung *g* mit der Atmosphäre oder einer tropfbaren Flüssigkeit in Verbindung, so wird jede Ortsveränderung von *adc* oder von *abc* auf den Inhalt *f* wirken. Er muß sich dem entsprechend vergrößern oder verkleinern.

Denken wir uns, *adcb* sei der Pleurasack, *adc* das Brustfell mit den Brustwänden und *abc* das Lungenfell, so befindet sich Alles im Gleichgewicht, sobald der Druck der Atmosphäre auf *adc* der Spannkraft des Gases in *f* entspricht. Athmen wir tief ein, so weicht *adc* nach außen zurück. *abc* giebt in entsprechender Weise bei seiner Biegsamkeit und seinem luftdichten Verschlusse nach und nimmt Atmosphäre in Verhältniß der Raumvergrößerung, d. h. bis zum Gleichgewichte, auf. Soll die Wirkung

[1]) H. A. Wrisberg, Commentationum medici, physiologici, anatomici et obstetricii argumenti, Societati reg. Scientiarum Goettingensi oblatarum et editarum. Vol. I. Goettingae, 1801. 8. p. 446.

f oder den Inhalt der Lungen treffen, so kann die Thätigkeit ohne Nachtheil auf die entfernte Fläche, die Brustwand *adc*, verlegt werden.

Fig. 23.

Das Herz liefert ein anderes Beispiel, in dem sich zum Theil die Verhältnisse umkehren. Bezeichnet *adc* die Parietal- und *abc* die Organlamelle des Herzbeutels, *f* den Innenraum der Herzhöhlen und *g* die Mündungen der Lungenblutadern und der Hohlvenen, so muß *f*, wenn *adc* unveränderlich bleibt, soviel Blut enthalten, daß immer der Raum *abc* ausgefüllt bleibt. Es ist natürlich in dieser Hinsicht gleichgültig, ob es sich in den Vorkammern oder den Kammern befindet. Die Zusammenziehung der Atrien und die gleichzeitige Erweiterung der Ventrikel ändert zwar die Form, nicht aber den Rauminhalt von *abc*. Es kann kein Blut durch *g* aus- oder eintreten, so lange *adc* vollkommen unverändert bleibt. Besondere Sicherheitsventile oder Klappen sind daher an den Lungenblutadern und den Hohlvenen überflüssig. Verengern sich aber die Kammern und pressen sie einen Theil des Blutes außerhalb der Grenze von *adc*, so muß eben so viel, als hier davongeht, durch *g* nach *f*, d. h. von den Venen aus in die Vorkammern eingesogen werden. Die Druckpumpe, die auf der einen Seite wirkt, erzeugt deshalb einen Saugmechanismus auf der andern.

177 Die Gelenkhöhlen sind ebenfalls luftdicht abgeschlossen. Oeffnen wir z. B. das Schulter oder Hüftgelenk, so hören wir oft auf der Stelle das zischende Eindringen der Atmosphäre. Sind aber zwei Organe durch eine hermetische luftleere Kapsel verbunden, so muß sie die äußere Luft in ähnlicher Weise, wie zwei Halbkugeln, deren Atmosphäre ausgepumpt worden, zusammenpressen (§. 171.). Die Kraft, mit der sie auf solche Art zusammenhängen, wird durch die Größe des Luftdruckes und der wirkenden Flächen bestimmt. Die Natur benutzt diese Verhältnisse, um unsere Muskeln von ihren Gewichten zu entlasten und deren Wirkungen nicht als bloße Tragkraft zu vergeuden, sondern zur Bewegungsanregung zu verwenden.

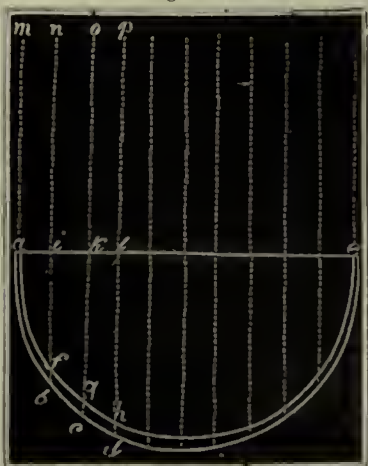


Fig. 24.

Nehmen wir an, *abcde*, Fig. 24., sei der Durchschnitt der Gelenkvertiefung und *afghe* der des Gelenkkopfes, welcher in ihr luftdicht eingefügt ist, so sind zwar die *abcde* und *afghe* entsprechenden Flächen größer, als die durch *a* und *e* gelegte Ebene *aikle*. Der Druckwerth der Luft, durch den *afghe* in *abcde* eingepreßt wird, hängt aber nicht von diesem Unterschiede ab. Wir können uns nämlich die atmosphärische Last als eine Summe beliebiger senkrechter Säulen *mn*, *no*, *op* u. s. f. vorstellen. Ihre Grundflächen *ab* oder

af, *bc* oder *fg*, *cd* oder *gh* sind allerdings größer, als *ai*, *ik* und *kl*. Da aber der hierdurch bedingte Unterschied der Säulenlänge und überhaupt die ganze Entfernung *bi*, *ck* und *dl* gegen die Höhe der Atmosphäre *am* verschwindend klein ist, da ferner nur die vertikale Höhe in Betracht kommen kann, so gleicht der Druck dem Gewicht einer Luftsäule, welche die Querebene *aikle* des Gelenkes zur Grundfläche und die senkrechte Höhe der Atmosphäre *am* zum Längenabstande hat. Soll der Stempel einer Spritze einem luftverdünnten Raume widerstehen, so muß ihn dasselbe Gegengewicht zurückhalten, seine freie Oberfläche mag gerade, ausgehöhlt oder gewölbt sein. Der Querschnitt allein bestimmt das Ganze.

178 Nimmt man an, der mittlere Querschnitt des Hüftgelenkes eines Menschen, dessen Schenkel 11,5 Kilogramm wiegt, habe einen Durchmesser von 48 Millimeter, so wird der Luftdruck mit 13,75 Kg. bei 760 Mm. Barometer wirken. Er trägt daher ungefähr $\frac{1}{5}$ mehr, als das Gewicht des Beines ausmacht. Die Muskeln, die sonst die Last der Extremität gleich Stricken halten und befestigen müßten, können jetzt alle ihre Kraft für die Ortsbewegungen verwenden. Sollte aber gerade der Schenkel äquilibrirt werden, so mußte jener Durchmesser auf 43,8 Mm. oder der Barometerstand auf 635,51 Mm. sinken. Ein so tiefer Stand des Luftdruckes ist keinem der meisten europäischen Orte, die der Mensch das ganze Jahr hindurch bewohnt, eigen.

Anhang Nr. 16.

Befände sich dasselbe Individuum auf der Spitze des Montblanc, so drückte die Luft auf das Hüftgelenk mit 7,84 Kg. bei 433,12 Mm. Barometer. Die Muskeln hätten dann 3,66 Kg. oder etwas weniger, als $\frac{1}{3}$ zu tragen. Sollten sie ganz entlastet werden, so müßte der Durchmesser der Querebene des Hüftgelenkes, wenn der Schenkel 11,5 Kg. schwer bleibt, 58,1 Mm. gleichen oder nahe an $\frac{1}{5}$ größer, als wir früher angenommen, ausfallen.

Die Gebrüder Weber [1]), die zuerst auf diese Erscheinungen aufmerksam machten, lieferten auch die leicht zu bestättigenden Hauptversuche, welche den Einfluß des Luftdruckes auf die Gelenke beweisen. Entfernt man die Beckeneingeweide einer Leiche, halbirt die letztere in der Gegend der Lendenwirbel und läßt den einen Schenkel, dessen Verbindungsmuskeln mit dem Rumpfe durchschnitten worden, frei schweben, so bleibt er in seiner gewöhnlichen Höhe hängen und läßt sich in ihr drehen und wenden. Bohrt man aber ein Loch vom Becken aus in die Pfannenwand, so daß die Luft in das Gelenk mit Zischen eindringt, so sinkt er auf der Stelle hinab. Die Erscheinung gleicht ihren ursächlichen Verhältnissen nach dem Auseinanderweichen der Gedärme nach der Trennung der Bauchdecken (§. 174).

Wird der Schenkelkopf in die Pfanne gepreßt, die eingedrungene Luft auf diese Art herausgetrieben und das Loch mit dem Finger geschlossen, so bleibt das Bein in seiner Höhe hängen. Es sinkt aber wiederum, so wie man die Oeffnung frei giebt.

Entfernt man die Muskeln ohne Verletzung der Kapsel des Hüftgelenkes und durchsägt das Becken der Länge nach in der Mitte und den Oberschenkel quer in seinem oberen Drittheil, so erhält man ein Präparat, das klein genug ist, um unter die Glocke einer größeren Luftpumpe gebracht zu werden. Schwebt das Bruchstück des Oberschenkels,

---

[1]) W. und E. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Eine physiologische Abhandlung. Göttingen, 1836. 8. Seite 147 — 160 und Poggendorff, Annalen. Band XL. Leipzig, 1837. 8. Seite 8 — 13.

so sinkt es in verdünnter Luft hinab. Verdichtet man jetzt die Atmosphäre, so geht er von Neuem in die Höhe.

Die Pfanne und der Oberschenkelkopf sind gegenseitig so genau abgepaßt, daß sie auch ohne die Nebenhilfe der Gelenkkapsel schließen. Hat man ein Loch in der zuerst erwähnten Versuchsart in die Pfanne gebohrt, so bleibt der Schenkel, selbst wenn er früher ganz losgetrennt und wie ein Stempel eingedrückt worden ist, nach gleichzeitigem Verschluß der Oeffnung hängen.

Will man in ähnlicher Weise mit dem Schultergelenke arbeiten, so muß man die lange Sehne des zweiköpfigen Armmuskels unversehrt lassen. Da sonst das Gelenk verletzt wird, so ist dann ein stempelartiges Einpassen bei der Anordnung der Gelenktheile unmöglich.

179 Der Wechsel des Luftdruckes kann nicht die Ortsveränderungen der Theile, die durch lebende Kräfte innerhalb der hermetisch abgeschlossenen Organe eingeleitet werden, aufheben. Schließt man Frösche in einen luftverdünnten Raum ein oder bringt man sie im Ganzen unter einen Druck von 6—7 Atmosphären, so kreist ihr Blut auf die gewöhnliche Weise in den Capillargefäßen der Schwimmhaut (Poiseuille). Befindet sich dagegen ein Theil eines Menschen unter einem anderen Luftdrucke, als der übrige Körper, so werden natürlich die Flüssigkeiten nach jener ersteren Gegend angesogen und im umgekehrten Falle zurückgestoßen.

Die willkührliche Veränderung der Spannung der Luft bildet ein kräftiges Heilmittel, das die Medicin noch zu wenig benutzt. Man bedient sich zu diesem Zwecke am Einfachsten des Junod'schen Apparates. Will man ihn z. B. an dem Beine anwenden, so nimmt man einen Blechstiefel, in den die untere Extremität eines Menschen bequem hinein kann und der ein kurzes Ansatzstück an seiner vorderen Seite besitzt. Man verschließt den Apparat an seinem oberen Rande hermetisch und schraubt ein elastisches Rohr, das mit einer kleinen Saug- oder mit einer Compressionspumpe in Verbindung steht, in den Absatz ein. Es gelingt auf diese Art bald, die Luft, welche den eingeschlossenen Theil des Gliedes umgiebt, auf die Hälfte zu verdünnen oder sie umgekehrt um den halben Atmosphärendruck zu erhöhen.

Die Spannungsverminderung der Umgebung des Armes leitet kräftig Congestionen von der Brust und dem Kopfe ab. Es wäre auch noch zu versuchen, ob sie nicht bei Leberbeschwerden, dem Brande der Alten und in anderen auf ungleicher Blutvertheilung beruhenden Leiden von Nutzen sein könnte. Die Verdichtung der Atmosphäre müßte vorzüglich zur Beruhigung örtlicher Nervenschmerzen und zur Beförderung der Aufsaugung zu Hilfe gezogen werden.

180 Luftfeuchtigkeit. — Führt ein Gas Dämpfe, so drückt es nicht mit derselben Kraft, als wenn es vollkommen trocken ist. Denken wir uns, wir hätten atmosphärische Luft in einem Behälter, dessen Boden Wasser enthält, luftdicht eingeschlossen, so wird sie sich für ihre Temperatur mit Wasserdampf sättigen. Sie nimmt dann um so mehr auf, je wärmer sie ist. Die Spannkraft der Wasserdünste vergrößert sich aber in diesem Falle. Sie beträgt z. B. nach Regnault's Erfahrungen[1]) bei 0° C. 4,47 Millim. und bei 32,53° C. 36,01 Millim. Die Theorie dagegen giebt 4,60 und 36°,45 Millim.

Anhang Nr. 20.

Wäre das Gas trocken und stände es dann unter einem Drucke von 760 Millim., so würde es auf die Wände des Behälters mit diesem hydrostatischen Gewichte wirken. Da es aber mit Wasserdampf gesättigt ist, so

---

[1]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XV. Paris, 1845. 8. S. 134. 135.

kommt noch die Spannkraft des Dunstes hinzu. Es drückt daher mit 764,60 bei 0° C. und mit 796,01 Millim. bei 32° 53 C.

Oeffnen wir nun den Behälter, so wird sich z. B. der Druck von 796,01 Millim. mit dem der Atmosphäre, wenn dieser 760 Millim. beträgt, auszugleichen suchen. Die mit Wasserdampf gesättigte Luft muß sich in entsprechendem Verhältnisse ausdehnen. Denken wir uns jetzt das Gefäß plötzlich verschlossen und die Luft im Innern getrocknet, so wird sie verdünnter als die äußere Luft sein Die frühere Sättigung mit Wasserdampf hat sie so verändert, als wenn der Druck um die Spannung des Wasserdampfes verkleinert worden wäre. Ihr Volumen gleicht mithin dem äußern Drucke minus der Spannkraft des Wasserdampfes dividirt durch den ersteren. Anhang Nr. 17.

181 Unser Athem ist für seine Temperatur mit Wasserdampf gesättigt. Die Wärme wechselt aber mit der Verschiedenheit der Temperatur der eingeathmeten Luft, und der Zustände des Organismus. Sie betrug z. B. bei mir fast genau 33° C. in einer Kälte von 7° 5 C. und bei 725,56 Millim. Barometer. Die Spannkraft des Wasserdampfes gleicht aber in dieser Temperatur nach Regnault 37,411 Mm. 100 C. C. ausgeathmeter Luft enthielten daher 91,84 C. C. trockener Atmosphäre. Da nur die Menge der letzteren die absoluten und relativen Werthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes bestimmt, so ergiebt sich von selbst, welchen Einfluß diese Erscheinungen auf die Respirationslehre ausüben. Anhang Nr. 20.

Denken wir uns umgekehrt, ich hätte 100 C. C. trockener Atmosphäre eingeathmet und lassen wir die Wärmeausdehnung, die wir später betrachten werden, bei Seite, so würde die Dunstsättigung allein das Luftvolumen auf 105,44 C. C. unter den obigen Verhältnissen erhöht haben.

182 Enthält die atmosphärische Luft weniger Wasserdünste, als bei ihrer Temperatur zur Sättigung nöthig ist, so wird auch die hierdurch erzeugte Wirkung einen aliquoten Theil des Einflusses des Sättigungszustandes ausüben. Da die Spannkraft der Wasserdämpfe mit den Wärmegraden abnimmt, so muß sich das Verhältniß so gestalten, als sei die Luft bei einer geringeren Wärme, die man den Thaupunkt nennt, gesättigt. Es wird daher die Elasticität des Dampfes in der Temperatur des Thaupunktes das Maaß der Beurtheilung abgeben. Anhang Nr. 17.

Die sicherste Bestimmungsmethode der Art, die man deshalb auch zu physiologischen Vergleichungsversuchen gebrauchen muß, ist die durch Schwefelsäure, wie wir sie in der Athmungslehre kennen lernen werden. Wenn auch in ihr die Temperaturverhältnisse einzelne Schwierigkeiten darbieten, so sind doch die hierdurch erzeugten Fehler im Ganzen geringer, als bei dem Gebrauche der Condensations- oder Thaupunktsinstrumente, der Psychrometer oder gar der Haar- oder Fischbeinhygrometer [1]). Man kann deshalb nicht die Angaben über die unvollständigen Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, die sich in den Lehrbüchern der Meteorologie finden und die auf Hygrometer- oder Psychrometererfahrungen beruhen, zu strengen physiologischen Berechnungen benutzen.

183 Kennt man die Spannkraft der Wasserdämpfe in verschiedenen Temperaturen und die Ausdehnungscoefficienten der Gase, so läßt sich unter Anhang Nr. 18.

[1]) Vergl. Regnault a. a. O. p. 163 — 236.

gewissen Voraussetzungen berechnen, wie viel der Unterschied der Wassermengen beträgt, welche dasselbe Volumen trockner Luft in verschiedenen Wärmegraden im Zustande der Sättigung aufnimmt. Diese Bestimmungsweise ist aber für die Verhältnisse unseres Athems von Wichtigkeit.

War z. B. die eingeathmete Luft für 15° C. mit Wasserdunst gesättigt und beträgt die Wärme des ausgeathmeten Gases 37° 5 C., so läßt sich, wenn man Regnault's Elasticitätswerthe zum Grunde legt, finden, daß sich die Wassermengen beider bei 760 Millim. Barometer wie 1 : 3,506 verhalten. Unser Blut muß daher dann etwas mehr, als $^7/_{10}$ des Wassers, das durch die Athmung davon geht, ausscheiden. Wäre aber nur die uns umgebende Luft zu einem Drittheil für 15° C. gesättigt, so würde der Werth dessen, was aus unserem Blute strömt, auf $^9/_{10}$ steigen.

Anhang Nr. 20.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß die Feuchtigkeit und die Wärme der Atmosphäre einen bedeutenden Einfluß auf die Wassermengen, welche bei dem Athmen davongehen, ausübt. Sie steigen mit der Kälte oder der Trockenheit der Atmosphäre und der Wärme des Athems.

184 Weiß man das Gewicht des Wassers, welches einen Luftraum bei einer bestimmten Temperatur sättigt, so läßt sich hieraus das Volumen, das jene Gasmasse einnimmt, berechnen. Eben so wird es möglich sein, das Wassergewicht aus dem Luftraum zu bestimmen. Ist uns die Wärme unserer Ausathmungsluft bekannt, so sind wir im Stande, aus dem Volumen die Wassermenge, die sie enthält, oder aus dieser den Rauminhalt, den sie einnimmt, zu bestimmen.

Anhang Nr. 19.

Beträgt z. B. der Barometerstand 720 Millim., so giebt ein Gramm Wasserdampf von 37°5 C. und 47,996 Millim. Spannkraft 25209 C. C. Luftvolumen. 1 Liter mit Wasserdampf gesättigter Ausathmungsluft führte aber alsdann beinahe gerade 4 Centigramm Wasser.

185 Meteorologische Einflüsse. — Die Schwankungen, die der Druck, die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft darbietet, greifen, wie man leicht sieht, in die Thätigkeiten unseres Körpers wesentlich ein. Die absoluten Mengen des Sauerstoffes, den wir einathmen, das Wasser, das durch die Lungen und die Haut davongeht, die Vertheilung der Blutmassen in die äußeren oder inneren Körperüberflächen und die übrigen von der Luft abgeschlossenen Organe müssen durch alle diese Verhältnisse bestimmt werden.

186 Die Durchschnittswerthe des Barometers, der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit unterliegen einem bestimmten Wechsel, der mit der geographischen Breite des Ortes, der Höhe über dem Meeresspiegel und den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten zusammenhängt. Hält man sich vorzüglich an die statistischen, einer größeren Reihe von Fällen entnommenen Werthe, so findet man, daß auch manche Erscheinungen, wie die Geburten und Sterbefälle, in gewissen Tagesstunden und Jahreszeiten häufiger werden. Es läßt sich jedoch nicht entscheiden, ob jenes Zusammentreffen zufällig ist oder von bestimmten Grundursachen, die beiderlei Verhältnissen gemeinschaftlich sind, abhängt.

Die statistischen Beobachtungen werden in ihren Gesammtresultaten zuverlässiger, wenn sich die Zahl der Erfahrungen, auf denen sie beruhen, vergrößert. Stehen aber Tausende von Einzelfällen zu Gebote, so erhält man bestimmte Gesetze für Verhältnisse, die auf den ersten Blick zufällig zu sein scheinen. Die hier zu betrachtenden Zeitbeziehungen der Geburt und des Todes können ebenfalls zur Erläuterung dieses Ausspruches dienen.

Die Geburten treten häufiger des Nachts, als am Tage ein. Die in dieser Hinsicht günstigste Zeit ist von Mitternacht bis 6 Uhr Morgens. Dann folgt der Abschnitt von 6 bis 12 Uhr Abends und endlich der von 6 Uhr früh bis 6 Uhr Abends. Die folgende Tabelle, die 5841 Einzelfälle umfaßt, lehrt deutlich, mit welcher Strenge die Norm wiederkehrt [1].

Zeit.	Procente der Geburten nach				
	Quetelet.	Bueck.	Ranken.	Berlinski.	Guiette.
Von 12 bis 6 Uhr Morgens	29,8	31,2	29,9	28,4	27,3
Von 6 bis 12 Uhr Abends	25,9	25,6	26,4	23,0	27,9
Von 6 bis 12 Uhr Morgens	22,9	24,8	22,9	23,1	22,4
Von 12 bis 6 Uhr Abends	21,4	18,4	20,8	25,5	22,4

Die Sterbefälle zeigten an manchen Orten ähnliche Schwankungen. Bueck [2]) fand z. B. für die nach Mitternacht 30,6 %, für die vor Mitternacht 24,1 %, für den Vormittag 24,2 % und den Nachmittag 21,1 %. Andere Sterblichkeitstabellen liefern jedoch abweichende Ergebnisse.

Die Jahreszeiten und die Monate stehen ebenfalls in manchen Gegenden in bestimmter Beziehung zur Sterblichkeit. Sie wechseln jedoch mit der Verschiedenheit des Klima, des Bodens und der übrigen Nebenverhältnisse.

Vergleiche auch über solche Periodicitätsschwankungen: G. Schweig, Untersuchungen über periodische Vorgänge im gesunden und kranken Organismus des Menschen. Karlsruhe, 1843. 8.

187 Die chemische Beschaffenheit der Atmosphäre bestimmt die Erscheinungen unseres Organismus in wesentlicher Weise. Lassen wir ihre Beimengungen außer Acht, so enthält sie im Freien 20,8 Volumenprocente Sauerstoff und 79,2% Stickstoff. Geringere Sauerstoffwerthe scheinen nur da vorzukommen, wo sich fremdartige Bestandtheile hinzugesellen.

188 Die Kohlensäure bildet die gewöhnlichste Nebenverbindung, die in kleinen Mengen in der Atmosphäre vorkommt. Sie beträgt ungefähr im Durchschnitt 0,05%, kann jedoch auch an manchen Orten, wie wir bei dem Athmen sehen werden, auf 0,1 bis 0,2% und noch höher steigen. Die Selbstzersetzung organischer Stoffe, wie sie in stehenden Wassern vorkommt, und andere Fäulnißerscheinungen können noch Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak u. dgl. frei machen. Organische Verbindungen gesellen sich oft noch hinzu, um die Luft zu verpesten und Krankheiten mannigfacher Art hervorzurufen.

Die Atmosphäre enthält häufig viel Kohlensäure und Kohlenwasserstoff in der Nähe von Steinkohlenlagern. Sie führt an der Meeresküste oder in der Umgebung von Sa-

[1]) A. Quetelet, Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten oder Versuch einer Physik der Gesellschaft. Deutsche Ausgabe. Von V. A. Riecke. Stuttgart, 1838 8. S. 90.

[2]) Ebendaselbst S. 198.

linen Chlorwasserstoffdämpfe, bei Schwefelquellen und Sümpfen Schwefelwasserstoff, über Teichen Phosphorwasserstoff, in der Nachbarschaft von Säurefabriken Dünste von Schwefelsäure, schwefeliger- und salpetriger Säure und in der von Arsenikhütten Arsenikwasserstoff.

189 Es ist bekannt, daß tiefe und flache Gegenden, die mit vielen Sümpfen versehen sind, Wechselfieber herbeiführen. Dieses Leiden ist dagegen in hohen Alpenstrichen, wie sie der Canton Bern darbietet, unbekannt. Die Ursache dieser Erscheinung kann nicht bloß in dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft liegen. Denn eine Seefahrt, die Monate lang dauert, hat noch kein Wechselfieber zur Folge. Wir müssen vielmehr in dieser Beziehung die übrigen Beimischungen der Atmosphäre anklagen. Wird Schwefelwasserstoff längere Zeit hindurch eingeathmet, so ist es selbst in kleinen Mengen in hohem Grade nachtheilig. Wie sich aber die organischen Zersetzungsproducte in dieser Hinsicht verhalten, ist bis jetzt noch unbekannt.

190 Enge Thäler haben den Nachtheil, daß ihre Luft zu wenig wechselt und die Sonnenwärme in gewissen Zeiten von ihnen abgehalten, in anderen dagegen in höchstem Maaße aufgenommen wird. Alle Uebelstände der ungleichen Temperatur und der Stockung der Luftmassen prägen sich hier scharf aus. Sind sie überdieß noch nur einer gewissen Richtung dem Winde ihrer Lage nach zugänglich, so werden sich diese Uebelstände in bedeutendem Maaße erhöhen. Obwohl vielleicht die ursprüngliche Ursache des so häufigen Cretinismus im Wallis- und dem Aostathale in anderen Verhältnissen liegen mag, so dürften doch die eben erwähnten Einflüsse, die auch hier eintreten, jenes furchtbare Leiden wesentlich begünstigen. Man führt daher auch im Wallis seit Jahrhunderten Kinder, die Cretins zu werden drohen, auf hohe Berge — ein Verfahren, das zuerst Guggenkühl in seinem Institute auf dem Abendberge philanthropisch ausführte und durch eine wissenschaftliche Pädagogik dieser Unglücklichen zu befruchten suchte.

191 Die meteorologischen Verhältnisse wirken aber nicht bloß unmittelbar auf unseren Organismus, sondern sie können auch auf mittelbarem Wege zu Krankheitsursachen werden, weil sie den Menschen zu mancherlei Fehlern in seinem Verhalten verleiten. Einfache oder verwickelte Leiden, die das Wetter bedingt, treten deshalb häufig genug dem Arzte entgegen.

Eine starke elektrische Luftspannung kann unangenehme Empfindungen veranlassen. Zahnschmerzen, die während derselben mit besonderer Heftigkeit auftreten, verlieren sich häufig nach der Entladung eines Gewitters. Der hohe Sommer erzeugt leicht Cholera und Ruhren, ein naßkalter Herbst und Frühjahre, die auf gelinde, regenreiche und schneearme Winter folgen, Typhen, trockenes, kaltes Wetter Lungenentzündungen und naßkaltes Katarrhe und Rheumatismen. Wechselfieber stellen sich am leichtesten im Frühjahre ein und Schwindsüchtige gehen in ihm oder im Herbste am Ehesten zu Grunde.

Personen mit schadhaften Zähnen, schmerzhaften Geschwülsten oder Geschwüren, mit Glaukom oder ausgedehnten Narben geben nicht selten Wetterveränderungen, gleich dem Barometer, an. Der sogenannte Calender des Amputirten rührt wahrscheinlich davon her, daß sich leichter die Zustände der Atmosphäre durch die Narbe, als durch die unversehrte Haut auf die inneren Theile fortpflanzen. Bedeckt diese daher den Knochen, ist sie sehr dünn und verzerrt, liegen in ihrer Nähe kolbig angeschwollene Nervenstümpfe, so treten oft die Schmerzen bei allen Wetterveränderungen hervor.

Die vereinigte Wirkung der Bettwärme und der Nachtzeit giebt sich ebenfalls in manchen Krankheiten zu erkennen. Sie begünstigt vorzugsweise die Knochenschmerzen der Syphilitischen, das Jucken der Hautausschläge, rheumatische oder gichtische Beschwerden, Magenkrämpfe, durch zu große Reizbarkeit des Darmes hervorgerufene Durchfälle und Koliken, die durch Erkältung erzeugt worden sind.

192 Mechanische Gemengtheile der Atmosphäre, die selbst dem freien Auge entgehen, können durch ihre Summirung auffallende Folge für den Organismus nach sich ziehen. Kohlenstaub setzt sich bisweilen auf diese Weise in den Lungenbläschen ab. Manche Menschen erbrechen sich leicht, sobald sie Bücher umräumen, weil sie dann den feinen Staub, der sich hierbei in der Luft vertheilt, anhaltend einathmen, und längs der Gebilde der Mundrachenhöhle hinführen. Die mikroskopischen Keime der niederen Pflanzen und Thiere gelangen mit der Atmosphäre, in der sie schweben, auf den passenden organischen Mutterboden und entwickeln sich auf diese Art nicht selten an den äußeren und inneren Oberflächen des menschlichen Körpers.

193 Nutzen der Luft. — Die Luft ist für viele Thätigkeiten unseres Organismus unentbehrlich. Sie dient ihm dabei als mechanische Masse oder als chemische Mischung. Die Bildung der Stimme und die Erzeugung der Töne beruhen auf den Wellenbewegungen der Atmosphäre, die Athmung und die Hautausdünstung auf deren Sauerstoffgehalte und ihren nach den Wärmegraden verschiedenen Feuchtigkeitszuständen. Die in den Nahrungscanal eingeführten Gase begünstigen die Gährungserscheinungen, die dort zu Stande kommen. Die Verdunstung, welche die trockene oder die durch die höhere Temperatur des Körpers erwärmte Luft nach sich zieht, verdichtet manche unserer Absonderungen oder schlägt ihre festen Stoffe nieder. Der Mundschleim wird daher nach dem Sprechen zäher, die Salze des Schweißes kommen aus ähnlichen Gründen in ihren Krystallformen auf der trocknenden Haut zum Vorschein.

194 Einzelne Functionen setzen die Wirkungen eines Luftstromes oder eines Windes voraus. Die Mechanik der Athmung wirkt wie ein Gebläse, nur daß sie abwechselnd Luft einzieht und ausstößt. Soll aber der Wind mit einer bedeutenden Stärke hervortreten, so muß die Ausgangsöffnung klein sein, damit sich die Geschwindigkeit des Luftstromes vergrößert. Die Endstücke der Gebläse werden daher auch oft mit conischen Düsen versehen, um diesen Zweck desto eher zu erreichen. Nun lehrt die Hydraulik, daß ein Gebläse unter sonst gleichen Verhältnissen um so weniger Kraft erfordert, je größer der Durchmesser der Abzugsröhre des Gases in Verhältniß zu der an sie angefügten Düse ist. Ist z. B. die Windleitung eines Hochofens, der Eisen mit Coak schmilzt, 95 Meter lang, so beträgt die Gewalt, die in jeder Secunde ein Cubikmeter Luft mit 158 M. Geschwindigkeit zuführt, 42 Pferdekräfte, wenn die Abzugsröhre 0,25 M. im Durchmesser hat. Wäre sie dagegen nur eben so stark, als die Oeffnung der Düse, nämlich 0,09553 Meter, so würde sie die nothwendige Gewalt auf 961 erhöhen[1]). Während sich also die Röhrenweiten wie 1 : 0,38 verhalten, wächst

[1]) J. F. D'Aubuisson de Voisins Handbuch der Hydraulik. Bearbeitet von G. Th. Fischer. Leipzig. 1835. 8. S. 546. 547.

beinahe die Kraftgröße um das 23fache. Hieraus erklärt sich, weshalb die Luftröhre eine viel größere Breite, als die Stimmritze hat.

195 Streicht ein starker Wind über eine Fläche hin, so reißt er Körper, welche an dieser mit geringerer Kraft befestigt sind, fort. Heftiges Niesen treibt daher häufig Nasenschleim heraus. Hat sich ein Mensch erbrochen und sind dadurch Speisereste in die Nase gelangt, so reizen sie zum Niesen. Diese Folge ihrer Wirkung kann aber wieder zur Ursache werden, daß sie ihren unpassenden Aufenthaltsort verlassen müssen.

Hydraulische Erscheinungen.

196 Flüssigkeitsbahnen. — Die mannigfachen Flüssigkeiten unseres Körpers befinden sich im Leben in verschiedenen Verhältnissen der Bewegungen und der Ruhe.

1) Das Blut wird durch die Mechanik einer Druck- und Saugpumpe, des Herzens nämlich, in geschlossenen Röhrenleitungen ununterbrochen herumgetrieben und kehrt nach einer gewissen Zeit zu seiner früheren Ausgangsstelle zurück. Betrachten wir die Herzmasse als den Mittelpunkt der ganzen Verrichtung, so strömt es hierbei in den Schlagadern centrifugal, in den Blutadern dagegen centripetal; es biegt in den Capillaren aus jener Richtung in diese und in dem Herzen aus dieser in jene um.

2) Die Lymphe und der Milchsaft werden ebenfalls in geschlossenen Röhren fortgeführt. Ihr Strom läuft aber nicht in sich zurück, sondern bleibt einseitig. Er geht nur von den Organen nach den Venen; seine Bahn ist ausschließlich centripetal.

3) Die Bewegung der Absonderungsflüssigkeiten der Drüsen verfolgt ebenfalls bloß eine Richtung. Sie erscheint centrifugal, wenn wir die Drüse als den Ausgangspunkt der Ortsveränderung betrachten. Das Gleiche gilt für die Absonderungsbehälter, wie die Gallen- und die Harnblase mit ihren Ansatzröhren, dem Gallengange und der Harnröhre.

4) Manche Flüssigkeiten schwanken in ihren Bahnen nach Verschiedenheit der äußeren Einwirkungen. Die Lage der Absonderungserzeugnisse der serösen Säcke wechselt mit dem mechanischen, die des Schleimes und überhaupt des Inhalts des Nahrungscanales mit dem organischen Drucke der Muskelfasern. Das Fluidum des Graaf'schen Follikels ruht so lange, bis es der physikalische Druck einer neugebildeten Ausschwitzung hervortreibt.

5) Wo ein Flimmerepithelium vorhanden ist, entstehen fortwährende Wellen, die sich nach Maaßgabe der Stärke der Wirkung der Wimpern, der Masse und des Widerstandes der Flüssigkeit verbreiten.

6) Das Fluidum endlich, welches die Zwischenräume der Gewebtheile ausfüllt, wechselt nur dann, wenn physikalische Ursachen der Verdunstung oder der Diffusion ihre Trägheitsmomente und ihre Adhäsion überwinden.

197 Druckkräfte. — Der durch keine gleich große Gegenwirkung aufge-

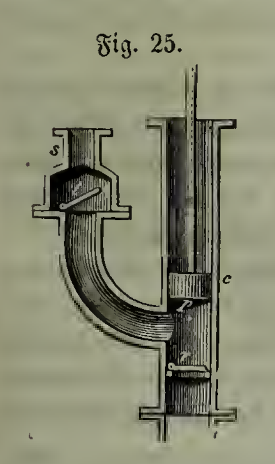
hobene Druck, der zur Fortbewegung der Flüssigkeiten unseres Körpers unerläßlich ist, wird seltener durch physikalische, als durch organische Kräfte hergestellt. Der Unterschied der Luftspannung, die das Ein- und Ausathmen begleitet (§. 176.) wirkt zwar auch auf das Blut; seine Einflüsse sind jedoch nur von untergeordneter Bedeutung. Die Rückwirkung der Elasticität wird in den Schlagadern, dem Brustkasten und an manchen anderen Stellen des Körpers zu Hilfe gezogen; allein keine Hauptthätigkeit hängt nur von ihr ab. Soll sich dagegen eine Flüssigkeit unseres Körpers nach bestimmten Normen in einer einseitigen oder vielseitigen Richtung bewegen, so wird diese Rolle Organelementen übertragen, die sich unter gewissen Einflüssen verkürzen, den Raum der von ihnen eingeschlossenen Behälter in bestimmter Art ändern und so ihren Inhalt fortpressen.

Die quergestreiften Muskelfasern eigenen sich hierzu in vorzüglichstem Maaße. Sie besitzen nicht bloß eine bedeutende Stärke der Zusammenziehung, sondern gehen auch sehr rasch aus dem Zustande der Erschlaffung in den der Verkürzung und umgekehrt über. Die Natur hat sie daher in den willkührlichen Muskeln und dem unwillkührlich arbeitenden Herzen, dem Regulator des ganzen Kreislaufes, angebracht. Die Gewebtheile und nicht die Nerven bestimmen in dieser Hinsicht das Material des Werkzeuges.

198 Soll der Druck eine bedeutende Stärke besitzen und zugleich längere Zeit anhalten, allmähliger auftreten und langsamer schwinden, so treten einfache Muskelfasern an die Stelle der quergestreiften. Der Magen und der Darm, die Harnblase, die Gebärmutter und die Tuben sind deshalb mit jener Art von Gebilden versehen. Erfordert endlich das Bedürfniß, daß die Zusammenziehung nach und nach eintrete oder mit einer bedeutenden Hartnäckigkeit zurückgehalten werde, so erscheinen platte oder auch zellgewebige Fasern, die jene Eigenschaften besitzen. Die Schlag- und Blutadern, die Lymph- und die Milchgefäße erlangen hierdurch die Fähigkeit, als Röhren von verschiedenem bleibenden Caliber längere Zeit hindurch thätig zu sein.

199 Ventile. — Enthält eine hydraulische Vorrichtung mehrere Oeffnungen, die zu verschiedenen Zeiten abweichende Rollen übernehmen, so müssen sie durch passende Ventile geschützt werden. Wählen wir eine gewöhnliche Saug- und Druckpumpe als Beispiel, so haben wir in ihr zwei entgegengesetzt eingerichtete Ventile, *r* u. *l*, Fig. 25. Denken wir uns, Alles sei im Zustande der Ruhe und mit Wasser gefüllt, so werden *l* und *r* durch die Gewichte der über ihnen stehenden Flüssigkeitssäulen an ihre Unterlagen gedrückt; das Ganze schließt vollkommen. Wird nun der in den Pumpenstiefel *c* luftdicht eingefügte Kolben *p* in die Höhe gezogen, so bewirkt die unterhalb *p* Statt findende Verdünnung, daß *r* gelüftet und Wasser von dem Saugrohre *a* aus eingeführt wird. Geht hingegen *p* abwärts, so ist *r* angedrückt und geschlossen. Die gepreßte Flüssigkeit hebt dafür *l* in die Höhe und drängt sich in das Steigrohr *s* weiter.

Fig. 25.



Aehnliche Ventileinrichtungen kommen in unserem Organismus häufig vor. Die Atrioventricularklappen der Herzkammern und die halbmondförmigen Taschen der Anfänge der Schlagadern bilden entgegengesetzt arbeitende Sicherheitsvorrichtungen der Art. Jede Klappe der Blutadern und der Lymphgefäße dagegen wirkt für sich; sie öffnet sich bei centripetalem Laufe der Flüssigkeit und schließt sich bei deren centrifugalem Rückfalle.

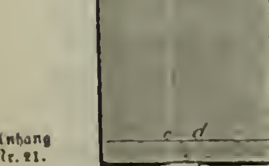
200 Die Mechanik gebraucht nicht selten thierische Häute, um zartere Ventile herzustellen. Ihre Nachgiebigkeit zeichnet sie, so lange nicht übermäßige Druckwirkungen in Betracht kommen, vor ähnlichen Verrichtungen, die aus dünnen Metallblättern oder stärkeren Massen bestehen, aus. Das Material unserer Organe selbst gewährt daher schon einen wesentlichen Vortheil. Allein auch ihre Einrichtung ist zweckmäßiger, als bei den in der Technik gebrauchten Schlußvorrichtungen. Die Natur stellt nämlich fast nur Segel- oder Taschenventile, die, wenn sie genau gearbeitet sind, leichter und sicherer schließen, her. Die Technik hat bis jetzt diese Form des Verschlusses weniger, als sie es verdient, benutzt[1]), weil die sorgfältige Arbeit, die sie voraussetzt, von der Ausführung abhielt.

201 Schließt und öffnet sich ein Ventil durch kleine Druckkräfte, ohne hierbei an Genauigkeit seiner Wirkung zu verlieren, so giebt dieses das vortheilhafteste Zeugniß für seine Vortrefflichkeit. Wir werden aber bei dem Kreislaufe sehen, daß z. B. die venösen Klappen des Herzens dieser Forderung in hohem Grade genügen.

202 Während fast nie die Natur Stopfventile gebraucht, giebt ihr die Verkürzung der Muskeln ein Verschließungsmittel an die Hand, das wir nicht in der Technik wegen der Starrheit und Unselbstständigkeit der Werkzeuge nachahmen können. Der Harnleiter durchdringt nicht geraden Weges die Wände der Harnblase, sondern läuft eine Strecke weit zwischen ihnen, ehe er sich öffnet. Diese Einrichtung hindert nicht den Eintritt des Urins. Ist dagegen die Blase vollgefüllt, so wird die Durchgangsstelle des Harnleiters zusammengepreßt. Zieht sich jene bei dem Uriniren zusammen, so unterstützt die Verkürzung der Muskelfasern die genannte Wirkung. Die Gefahr des Rücktrittes von Harn in den Harnleiter ist auf diese Art für jeden Fall beseitigt. Der Gallen- und der Bauchspeicheldrüsengang stehen in einem ähnlichen Verhältnisse zum Zwölffingerdarm.

203 Hydrostatischer Druck. — Ist eine Flüssigkeit in einem Behälter bis zur Höhe *f*, Fig. 26., aufgeschichtet und strömt sie durch eine Oeffnung *a b* aus, so nennt man die Entfernung des Mittelpunktes von *a b* von der wagerechten und *a b* parallelen Oberfläche *f*, die hydrostatische Höhe oder die Druckhöhe. Sie bestimmt die Ausflußgeschwindigkeit und die Ausflußmenge des Fluidum und bildet daher einen wesentlichen Factor der Bewegung desselben. Die Hydraulik lehrt, daß sich die Geschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln der Druckhöhen ver-

Fig. 26.



Anhang Nr. 21.

[1]) Ueber Versuche der Art s. Moyle in Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge. Bd. XXIV. Leipzig, 1816. 8. S. 368 — 371.

halten. Betrüge die Höhe der thätigen Flüssigkeit das eine Mal $a\,c$ und ein zweites Mal $a\,f$ und verhielten sich $a\,c : a\,f = 1 : 16$, so hätten wir für die Ausflußgeschwindigkeiten und die Ausflußmengen, wenn alles Uebrige das Gleiche bleibt, = 1 : 4.

Ist der Spiegel der Flüssigkeit f frei, so ist es nur deren Schwere, die das eben erwähnte Resultat herbeiführt. Drückt aber auf sie ein Kolben mit einer bestimmten Kraft, so können wir diese in eine Flüssigkeitssäule von gleicher Wirkung verwandeln. Man betrachtet die Höhe, die sie besitzt, als Druckhöhe einer sonst unbelasteten Flüssigkeit und erhält so den zu ferneren Bestimmungen nöthigen hydrostatischen Grundwerth. Denken wir uns, der Behälter, in dem f ist, habe 1 Quadratcentimeter Querschnitt und die Oberfläche von f sei mit 10 Grm. belastet, so ist die Wirkung dieselbe, als wenn sich eine Wassersäule von 10 Centimeter Höhe oberhalb f befindet. Anhang Nr. 22.

Die Manometer geben uns die Wirkung des hydrostatischen Druckes einer Flüssigkeit auf eine ähnliche Weise an. Sinkt ihr Quecksilber um 1 Centimeter, so entspricht dieses 13,598 Centimeter Druckhöhe reinen Wassers. Die gleiche Verwandlung kommt auch in den physiologischen Verhältnissen vor. Uebt das in den größeren Schlagadern enthaltene Blut von 1,06 specifischem Gewicht einen Quecksilberdruck von 150 Mm. aus, so wirkt es gleich einer Säule von 2,0397 Meter Wasser oder 1,9242 Meter lebenden Blutes. Man erhält so die Grundwerthe für die ferneren Bestimmungen der Ausfluß- oder Durchgangsmengen. Anhang Nr. 22.

204 Durchfluß durch Röhren. — Strömt eine Flüssigkeit durch ein Flußbett oder eine Röhre, so geht in jedem Zeittheile, z. B. einer Secunde, eine gleiche Menge durch jeden Querschnitt. Heben aber die Nebenwiderstände den Unterschied auf, so fließt sie nicht in weiten Röhren langsamer und in engen schneller. Die Nieren, die rasch viel Blut durchtreten lassen müssen, um den Harn zu bereiten, haben deshalb eine kurze und weite, die Hoden dagegen, deren Absonderung langsamer vor sich geht, eine lange und dünne Schlagader.

205 Die Hydraulik beweist, daß die aus einem Behälter fortgeführte Flüssigkeitsmenge um so größer wird, je kleiner die Wandung des Ableitungskörpers im Verhältniß zum Querschnitt des durchgehenden Fluidums ausfällt. Die Geometrie lehrt aber, daß der Kreis diese Beziehung des Umfanges zur Fläche besser, als jedes Vieleck erfüllt. Wir wählen daher auch cylindrische Röhren zu unseren Brunnen- und Gasleitungen. Die Gefäße unseres Körpers haben aus demselben Grunde kreisförmige Querschnitte.

206 Tritt eine Flüssigkeit durch eine Röhre, so fließt sie mit einer geringeren Geschwindigkeit, als ihre ursprüngliche Druckhöhe fodert, heraus. Der Widerstand, welchen die Oberflächen der Röhrenwand der Bewegung entgegensetzen, verzehrt einen Theil der Druckkraft, der sonst zum Fortschieben der Flüssigkeitstheilchen gebraucht werden könnte. Führt man aber die Ausflußgeschwindigkeit auf ihre entsprechende Druckhöhe zurück, so muß der Unterschied von dieser und der ursprünglichen Druckhöhe den Werth bezeichnen, welcher durch den Einfluß der Röhrenwände aufgezehrt wird.

Diese Größe heißt die Widerstandshöhe. Die Länge, die Innenfläche der Wand und ihr Verhältniß zum Querschnitt der Röhre üben einen wesentlichen Einfluß auf sie aus.

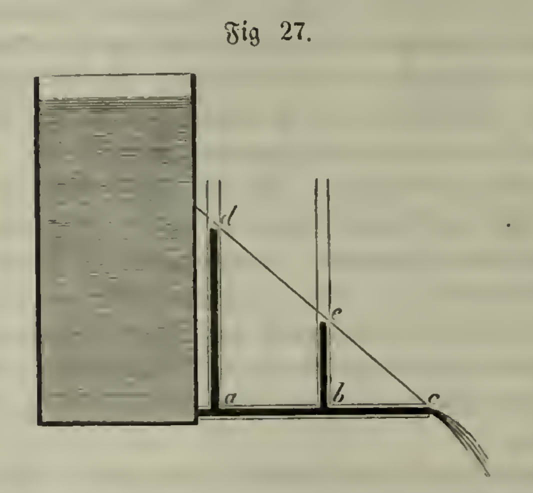
Sie zerfällt in zweierlei verschiedene Theile. Der eine rührt von der Adhäsion der Flüssigkeit an die feste Wand, der andere von den Stößen der Flüssigkeitstheile gegen die Unebenheiten der Röhrenbegrenzung her. Wie schon Newton[1]) in anderer Beziehung andeutete, wächst jener in einfachem und dieser in quadratischem Verhältnisse der Geschwindigkeit. Der Stoß- oder Reibungs-Widerstand ist daher in weiten Röhren bedeutender, als das durch die Adhäsion bedingte Hinderniß.

Anhang Nr. 23.

Dieses Verhältniß kehrt auch in den Gefäßen unseres Körpers wieder. Die Natur macht daher die Innenflächen der Schlagadern, der Blutadern, der Lymph- und der Blutgefäße so glatt als möglich, damit eben fast gänzlich der Stoß- oder Reibungs-Widerstand hinwegfalle und höchstens die geringeren Störungen, die etwa durch die Adhäsion bedingt werden, übrig bleiben.

207 Denken wir uns, *abc*, Fig. 27., sei eine Ausflußröhre, so muß die Geschwindigkeit, mit der die Flüssigkeit bei *c* hervortritt, geringer als die, welche die Druckhöhe in dem Behälter fodern würde, erscheinen. Die Widerstandshöhe, die diesen Unterschied bedingt, wird aber nicht an allen Stellen der Röhre die gleiche sein, weil die Länge, selbst wenn der Durchmesser derselbe bleibt, die Größe der Berührungsfläche bestimmt. Der Verlust an Druckhöhe muß in *a* kleiner, als in *b* und in *b* geringer, als in *c* ausfallen.

Fig 27.



Setzt man senkrechte Meßröhren oder Piezometer in die Wandung der Leitung ein, so müßte die Flüssigkeit, wenn *c* verschlossen wäre, bis zur Höhe des Spiegels im Behälter nach dem Gesetze des hydrostatischen Gleichgewichtes steigen. Strömt dagegen das Fluidum mit der ganzen, der ursprünglichen Druckhöhe entsprechenden Geschwindigkeit bei *c* aus, so könnte es sich gar nicht in die Seitenröhren erheben. Keines von beiden findet in unseren technischen Vorrichtungen, wie den Brunnenleitungen Statt. Das Wasser erreicht zwar nicht in *a* die gleiche Höhe, wie in dem Behälter. Allein diese ist hier größer, als in *b*, wenn *b* der Mündung *c* näher liegt.

208 Das Bernouill'sche Theorem lehrt, daß der Druck, der auf diese

[1]) J. Newton, Philosophiae naturalis principia mathematica. Editio tertia. Londini, 1726. 4. p. 274.

Weise für die Geschwindigkeit der Flüssigkeit verloren geht, auf den Wandungen der Röhre lastet. Mangelte aller Röhrenwiderstand zwischen *a* und *c*, so müßte das Wasser mit voller Geschwindigkeit ausfließen und die Wand *abc* hätte gar keinen Druck auszuhalten. Geschieht dieses nicht, so erfährt *b* weniger Druck, als *a*, weil der Reibungswiderstand längs *bc* kleiner, als der längs *ac* ist. Denken wir uns aber, *bc* hätte einen geringeren Durchmesser, als *ab*, so wird sie auch mehr Oberfläche in Verhältniß zu ihrem Querschnitt besitzen. Der Widerstand wird wachsen, weil sich sowohl die Berührungsfläche, als die Geschwindigkeit vergrößert. Der Wanddruck muß sich aus diesem Grunde vergrößern.

209 Die Natur benutzt auf die weiseste Art die eben erläuterten hydraulischen Verhältnisse. Wir haben früher gesehen, (§. 146.), daß eine langsamere Strömung und ein Druck auf die porösen und nachgiebigen Wände die Diffusion begünstigt. Denken wir uns, es geht eine Flüssigkeit aus einer engeren in eine weitere Röhre über, so wird sich nicht bloß der Querschnitt, sondern auch dessen Verhältniß zur Peripherie der Innenfläche der Röhre verändern. Die Geschwindigkeit, der Widerstand und der Druck auf die Wände müssen dann abnehmen. Vertheilen wir dagegen das weitere Rohr in eine Menge sehr enger Röhrchen, so können wir eine langsamere Strömung trotz eines stärkeren Wanddruckes erreichen.

Diese Verhältnisse kehren in den Capillaren wieder. Die Summe ihrer Querschnitte ist größer, als die der Schlagadern und der Venen, mit denen sie in Verbindung stehen. Ihre Widerstände wachsen aber bei ihrer Feinheit in bedeutendem Grade. Das in ihnen kreisende Blut wird hierdurch vorzugsweise geschickt gemacht, die Diffusionserscheinungen zu leiten. Aehnliche Berechnungen liegen der Vertheilung der Blutgefäße in den Malpighischen Körpern und in manchen Formen der Wundernetze, so wie der der Saugadern in den Lymphdrüsen zum Grunde.

210 Biegt sich eine Röhrenleitung, so vermindert sich hierdurch die Ausflußgeschwindigkeit nach Maaßgabe der Größe des Krümmungs- oder des von ihm abhängigen Anprallungs- oder Bricolenwinkels.[1]) Die Natur benutzt oft diese Erscheinung, um den Druck des Blutes zu mildern. Sie führt z. B. die Hirncarotis und die Milzarterie in mannigfachen Krümmungen dahin, damit die Kraft der Blutwelle verkleinert werde. Sie scheut aber auch nicht die Theilung der Gefäße, weil sich bald der hierdurch erzeugte Widerstand bei der Glätte der Innenfläche durch Erhöhung der ursprünglichen Druckkräfte ausgleichen läßt.

211 Starres Material setzt alle unsere technischen Röhrenleitungen zusammen. Die elastischen Röhren dagegen, die in unserem Körper arbeiten, gewähren den Vortheil, daß sie als Regulatoren der Bewegung die periodisch wirkende und nachlassende Druckkraft unterstützen, die Strömung unter diesen Verhältnissen gleichförmiger machen und sich eher dem Wechsel

---

[1]) Siehe z. B. das Nähere in Gerstner's Mechanik, Bd. II. S. 216. J. A. Eytelwein, Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik. Zweite Auflage. Leipzig, 1823. 8. S. 198.

der Druckgrößen anpassen. Bilden sie ihrem Verlaufe gemäß Biegungen und Schlängelungen, so erzeugen sich hierdurch noch andere mechanische Vortheile, die wir in der Lehre vom Kreislaufe kennen lernen werden. Sind sie, wie im Penis oder Uterus, an keine starren Wände geheftet, so können sie sich bei den Umfangsveränderungen ihrer Nachbargebilde ausziehen und in der Form labiler Werkzeuge arbeiten.

212 Die nachgiebigen Röhrenleitungen unseres Körpers sind elastisch oder ausdehnbar. Sie kehren erst allmählig im letzteren Falle zu ihrem früheren Umfange zurück. Alle haben aber die Fähigkeit, ihren Rauminhalt bleibend zu verändern und die Geschwindigkeit, die Ausflußmengen und die Widerstandshöhen ihrer Flüssigkeiten für längere Zeit zu bestimmen.

213 Diese verschiedenen Eigenschaften werden auf das Planmäßigste vertheilt. Die Schlagadern, die einem periodischen Drucke ausgesetzt sind, brauchen ihre Spannkraft, um eine Gegenwirkung im Augenblicke der Ruhe frei zu machen. Die Venen und die Lymphgefäße, in welchen dieses nicht Statt findet und denen geeignete Ventile zu Gebote stehen, dehnen sich nur mit Leichtigkeit aus, damit sie verschiedene Füllungsmengen gestatten können. Haben aber Blutaderräume eine elastische Rückwirkung zu gewissen Zeiten nöthig, so lagern sich um sie Faserscheiden, die einen bedeutenden Grad von Spannkraft besitzen. Die Maschenräume der cavernösen Körper arbeiten nur mit ihren Venenwänden in dem Zustande der Ruhe. Die Steifung dagegen spannt ihre sehnigte Scheide aus. Die hierdurch angeregte Federkraft schafft eine neue, später verwendbare Druckgröße, damit sogleich Alles nach dem Aufhören der Reizung in die früheren Verhältnisse zurückkehren könne.

214 Die Strömung der Flüssigkeiten durch dünne Röhren wird, wie wir sahen (§. 209.), von deren Durchmesser in höherem Grade, als von anderen Nebenumständen, bestimmt. Da nun die Capillaren den Hauptsitz der Diffusionserscheinungen bilden, so erhielten auch ihre Wände die Fähigkeit, die Querschnitte ihrer Hohlräume eben so schnell passiv, als activ zu verändern und gewissermaßen die Dehnbarkeit der Venen mit einer kräftigen lebendigen Zusammenziehung zu vereinigen.

215 Strömt eine Flüssigkeit aus einem Behälter oder einer Röhre in die Luft aus, so erzeugt sich hierdurch ein Widerstandsmoment, das bei feinen Ausflußmündungen am stärksten hervortritt. Die Natur hat diesen Uebelstand für die kreisenden Flüssigkeiten unseres Körpers, wie die Lymphe und das Blut, gänzlich beseitigt. Denn hier geht immer Fluidum in Fluidum über. Wir sind daher oft außer Stande, Wasser aus einer Glasröhre, die in eine sehr feine Spitze ausläuft, durch einen bedeutenden Druck hervorzutreiben. Es gelingt aber mit Leichtigkeit, die Capillaren der Froschleber von der Pfortader aus mit Milch zu füllen.

216 Die absondernden Drüsen und die zu ihnen gehörenden Behälter bieten andere Verhältnisse dar. Die Flüssigkeit wird hier oft in ein fremdartiges Medium übergeführt. Sie muß durch diesen Nebeneinfluß an Geschwindigkeit verlieren.

Die Hauptgänge der größeren Drüsen, wie der Gallenblasengang und

der Samengang, besitzen das Vermögen, sich peristaltisch zusammenzuziehen. Die Widerstandshöhe, die der Austritt der Galle in den mit Gasen gefüllten Zwölffingerdarm oder in die mit der Atmosphäre in Verbindung stehende Harnröhre erzeugt, kann daher durch größere Druckkraft ergänzt werden. Die Zusammenziehungen der Gallenblase und der Samenbläschen eignen sich noch, zur Ueberwindung der Hindernisse beizutragen. Die Harnröhre dagegen bildet einen stabileren Ausflußgang. Die Kraft der Blase und der etwa noch zu Hilfe gezogenen Bauchpresse müssen hier die Wirkungen allein bedingen und alle Nebenwiderstände besiegen.

217 Der Urinstrahl, der zur Mündung der Harnröhre heraustritt, wird sich wie ein Wasserstrahl, den wir aus der spaltenförmigen Oeffnung einer Spritze hervortreiben, verhalten. Er bietet daher im Anfange das Bild einer Schraubenwindung dar und geht aus der langen Harnröhre des Mannes in einem weiteren Bogen, als aus der kürzeren und weiteren Urethra der Frau hervor. Ist seine Geschwindigkeit groß genug, so bildet er, wenn das Glied bei dem Uriniren gehalten wird, eine Parabel, wie Wasser, das schnell aus einer Röhre fließt und frei herabfällt. Wird die Bewegung langsamer, so nähert sich sein Weg einer senkrechten Linie; es erzeugt sich sogar zuletzt eine Concavität nach vorn, bis sich nur einzelne Tropfen an der Umbiegung der Mündung absetzen und nach ihrer Sammlung wie von einem Filtrum herabfallen.

Mechanische Wirkungen.

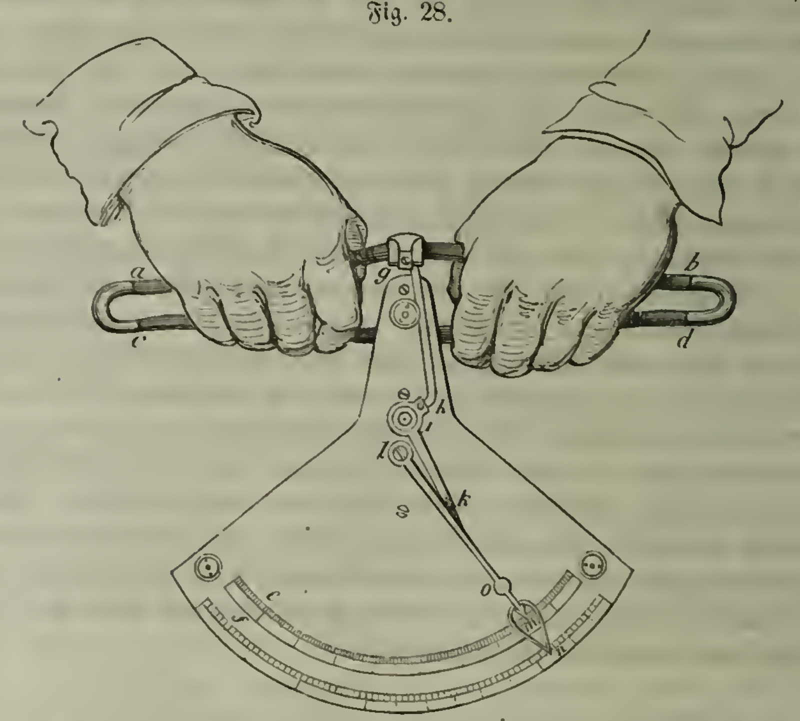
218 Wir werden in der Bewegungslehre sehen, wie die Natur die mechanischen Verhältnisse der einzelnen Theile des Skelettes und der Weichgebilde begünstigt und die Muskeln mit relativ bedeutenden Zugkräften ausgerüstet hat. Der Mensch und die Thiere können daher als zweckmäßige Maschinen nach außen hin wirken. Werden ihre Leistungen in passender Weise benutzt, so liefern sie verhältnißmäßig größere Nutzeffecte, als die meisten unserer künstlichen Vorrichtungen.

219 **Druck- und Zugkraft.** — Das **Dynamometer** oder der **Kraftmesser** belehrt uns zuvörderst über die Gewalt, die ein Mensch durch seinen Händedruck oder er und ein Thier bei dem Zuge ausübt. Beiderlei Werthe sind nicht nur unter einander verschieden, sondern wachsen oder fallen auch mit den Einflüssen des Alters, des Geschlechtes und des Körpergewichtes in ungleichem Maaße.

Die meisten Dynamometer sind eigenthümliche Federwagen, welche die elastische Biegung dünner Stahlblätter in wirkende Kräfte übersetzen. Die Werthe, die man auf solche Weise erhält, können wesentliche Irrungen einschließen, sobald man nicht genau die Gradeintheilung durch Gewichte controllirt und von Zeit zu Zeit oder selbst nach jedem Versuche prüft. Die Zahlen, die verschiedene Forscher mit verschiedenen Dynamometern gefunden haben, lassen sich deshalb auch nicht füglich unter einander vergleichen. Dagegen kann eine Versuchsreihe, die mit einem Instrumente unter den erwähnten Vorsichtsmaaßregeln und in sonst gleichen Verhältnissen angestellt worden, zu ferneren Schlüssen führen.

Das gebräuchlichste Dynamometer ist das von Régnier, das uns Fig. 28. geöffnet zeigt. Zwei gleiche hinreichend starke und entgegengesetzt gebogene Stahlfedern *ab* und *cd*, sind mit einander durch Halbringe *ac* und *bd* verbunden. Die Kraft, die ihre

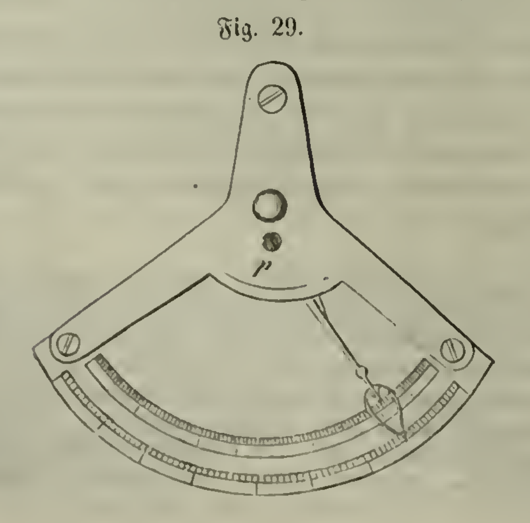
Fig. 28.



Form ändert, kann entweder *ab* und *cd* z. B. mit den Händen, wie es Fig. 28. andeutet, senkrecht auf ihre Sehnen angreifen, oder *bd* und *ac* (Fig. 30.) auseinander ziehen und daher parallel den Sehnen thätig sein. Der erstere Fall bildet die Druck-, die letztere die Zugwirkung. Die Skale *e* entspricht jener und *f* dieser Richtung.

Betrachten wir zuvörderst die Art und Weise, wie das Instrument die Werthe des Druckes oder Zuges angiebt. Der messingene oder kupferne Zeigerapparat ist in der Mitte der Feder *ab* (Fig. 28.) befestigt. Der in seiner Mitte befindliche Stoßhebel *gh* wirkt auf den kleineren Arm *hi* des um *i* drehbaren Winkelhebels *hik*. — Die Bewegung des letzteren theilt sich dem um *l* spielenden Zeiger *lmn* mit. Er schreitet also an den Skalenbogen *c* und *f* nach einem durch die Annäherung von *ab* und *cd* bestimmten Maaße fort. Die unterliegende Metallscheibe trägt bei *o* ein Stück Tuch, um die Reibung zu vergrößern. Kehren auch *ab* und *cd* nach dem Aufhören der Gewalt in ihre frühere Lage zurück, so bleibt doch der Zeiger *lmn* an seinem früheren Platze stehen. Nur der Winkelhebel *hik* nimmt seine alte Lage ein. Die Federwage giebt daher die größte Kraft an, die während irgend einer Zeit des Versuches ausgeübt worden ist.

Fig. 29.



Die Mechanik des Stoßhebels und der größte Theil des Winkelhebels und der unteren Hälfte des Zeigers sind durch eine angeschraubte Metallplatte (*p*. Fig. 29) geschützt. Die Gradbogen umfassen ungefähr den dritten Theil des ganzen Kreises. Viele Instrumente der Art geben sogleich die

Werthe in Kilogrammen übersetzt an. Es ist jedoch immer besser, die Skale durch den Vergleich mit Gewichten vor oder nach dem Versuche zu bestimmen.

Das möglichst starke Zusammenpressen von *a b* und *c d* mit den Händen, wie es Fig. 28 darstellt, dient zur Ermittelung der Druckwerthe. Will man den Zug, den ein stehender Mensch mit seinen beiden Händen ausübt, untersuchen, so läßt man ihn auf das Quereisen *a b*, Fig. 30., das mit der gezähnten Stange *c d* in Verbindung steht, treten. Das eine Ende des Kraftmessers kommt in einen Zahn von *c d* und das andere in eine Handhabe *e f*, auf welche die Hände des Menschen wirken. Eben so werden Ringe oder Handhaben bei *a c* und *b d*, Fig. 28., angefügt, und mit dem Wagen und dem Pferde in Verbindung gesetzt, wenn es sich um die Ermittelung der Zugkraft von diesem handelt [1].

Fig. 30.



Die Dynamometer, die zur Erforschung der Zugkraft der Menschen und der Thiere gebraucht werden, gehen bis 1000 Kilogramme. Régnier hat aber noch Instrumente der Art angegeben, die sich technischer Zwecke wegen bis auf 3000 Kilogr. Kraft erstrecken.

Alle Zahlen, die man durch das Dynamometer erhält, sind nur mit Kritik zu gebrauchen, weil häufig das Kraftmaximum geringer, als es wahrhaft ist, gefunden wird. Das Ergebniß hängt in hohem Grade von der Art, wie die Feder angefaßt wird, dem Orte, wo die Hände sie berühren, und der Stellung, die der Mensch während des Zuges annimmt, ab.

220 Die Hauptquelle der Kenntnisse der dynamometrischen Werthe des Händedruckes bilden die Untersuchungen von Quetelet,[2] in welchen die für jedes Alter bestimmte Mittelzahl von mindestens 10 Personen herrührt. Die Kraftgröße der linken Hand ist immer geringer, als die der rechten. Sie beträgt z. B. für den 6jährigen Knaben 2 und 4, für den 25jährigen Mann 40 und 44,1 und für die eben so alte Frau 21,6 und 24,5 Kilogr. Addirt man die Einzelwerthe, die jede Hand für sich giebt, zusammen, so erhält man einen kleineren Druckwerth, als wenn man beide Hände zugleich auf den Kraftmesser wirken läßt. Die angeführten Beispiele ergeben dann 10,3; 88,7 und 50 Kilogr. für die gemeinsame Thätigkeit der Hände. (Anhang Nr. 24.)

221 Der Werth der Letzteren übertrifft den des ganzen Körpergewichtes in dem 10 bis 50jährigen Manne, steht ihm dagegen in dem 6 bis 9jährigen Knaben, dem 60jährigen Manne und in allen Lebensaltern der Frau nach. Der 30jährige Mann, der die günstigsten Verhältnisse darbietet, drückt ungefähr 1,4, die 25jährige Frau dagegen nur $\frac{7}{10}$ von dem, was sie wiegt.

---

[1] Eine Abbildung dieser Wirkungsart des Kraftmessers s. z. B. in Gerstner's Mechanik, Taf. XXVII. Fig. 6.

[2] A. Quetelet, Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten, oder Versuch einer Physik der Gesellschaft. Bearbeitet von V. A. Riecke, Stuttgart, 1838. Seite 378. 379.

222 Die Händekraft des weiblichen Geschlechtes verhält sich zu der des männlichen zu 9 Jahren = 1 : 1,3. Diese Beziehung steigt zwischen 10 und 15 Jahren auf 1,4 bis 1,6, erhält sich zu 16 und 17 Jahren als 1,7 und zu 18 und 19 Jahren als 1,8, erreicht ihre größte Höhe zu 20 Jahren als 1,9 und geht zwischen 21 und 25 Jahren auf 1,8 und zu 50 Jahren auf 1,6 zurück. Die 21jährige und die 50jährige Frau sind nur beinahe so stark, als der 14jährige, der 60jährige Mann etwas schwächer, als der 15jährige Knabe.

223 Die Zugkraft fällt immer von 6 bis 60 Jahren stärker, als das Druckvermögen aus; sie beträgt bald mehr, bald weniger, als das Doppelte von dieser. Das Maximum scheint auch hier zwischen 25 und 30 Jahren in beiden Geschlechtern aufzutreten. Der 50jährige Mann hat denselben Werth, wie der 16jährige Knabe.

Anhang Nr. 25.

224 Der Unterschied des Geschlechtes giebt sich hierbei nach Beendigung der Pubertätszeit in höherem Grade, als bei der Druckkraft zu erkennen. Der 19 bis 25jährige Mann leistet für den Zug das Doppelte der Frau gleichen Alters. Das Verhältniß ist aber nur 1,7 für 15, 16 und 50 Jahren.

225 Die Verschiedenheit der Racen, der Lebensart und der Gewohnheit übt einen großen Einfluß auf die Dynamometerwerthe aus. Der Händedruck steigt bei kräftigen Arbeitern um $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{8}$ oder noch mehr. Wilde[1]) und Leute, die in warmen Klimaten leben, sind in dieser Hinsicht schwächer, als civilisirte Menschen, die sich häufig mit mechanischen Leistungen beschäftigen. Die Irländer übertreffen zwischen 20 und 25 Jahren die Schotten und diese die Engländer[2]).

Anhang Nr. 25.

226 Lasthebung. — Die Last, die ein Mensch mit seinen Armen emporheben und halten kann, wechselt mit den Stellungen der Extremität. Fünf der hiesigen kräftigsten Turner, die ein mittleres Alter von 21,3 Jahren hatten und nach Abzug der Kleider 65,74 Kilogr. im Durchschnitt wogen, hielten im Maximum mit völlig ausgestrecktem Arme 21,5 Kilogr., mit senkrecht herabhängender Extremität dagegen 118,75 Kilogr. Sie konnten 165 Kilogr. ungefähr 0,6 Meter hoch mit beiden Händen emporheben und so mehr als das Doppelte ihres Körpergewichtes bewältigen.

Anhang Nr. 26.

227 Gewichtsdruck. — Der Mensch drückt in allen Stellungen auf seine Unterlage mit einer seinem Gewichte entsprechenden Größe Da es aber nicht den mechanischen Gesetzen nach gleichgültig bleibt, ob die Last auf einen Punkt der Basis zusammengehäuft oder längs ihrer ganzen Oberfläche vertheilt ist, so wird sich auch dieses Verhältniß für die Wirkungen des Menschen wiederholen. Liegt er auf einer Bank ausgestreckt, so muß er die relative Festigkeit minder in Anspruch nehmen, als wenn er auf der Mitte derselben sitzt oder steht.

Anhang Nr. 27.

Nehmen wir an, ein Mann, der 68,29 Kilogr. mit den Kleidern wiegt und dessen Körpergröße 1,7 Meter beträgt, steht in der Mitte eines

[1]) Peron, bei Quetelet a. a. O. Seite 380.
[2]) Forbes, Ebendaselbst, Seite 638.

1,8 Meter langen und 20 Centimeter breiten, an beiden Endpunkten unterstützten Brettes von Tannenholz, so läßt sich berechnen, daß er eben noch gehalten wird, wenn die Unterlage 4,627 Millim. dick ist und man gar keine Verbesserung der theoretischen Formel wegen der Verhältnisse der Länge zur Breite und Dicke vornimmt. Läge er aber ausgestreckt, so würde das gleiche Brett nach mechanischen Gesetzen das Doppelte der Last aushalten. Es trüge nur $1/4$ des Körpergewichtes des Menschen, wenn er an einem Ende hinge und jenes an dem anderen befestigt wäre. Die geringste Verstärkung der Beschwerung durch rasches Auftreten, durch Schwanken und ähnliche Einflüsse würde den Bruch des Holzes in allen diesen Fällen zur Folge haben.

Anhang Nr. 27. und 29.

Anhang Nr. 27.

Nehmen wir die zehnfache Sicherheit an, d. h. legen wir nur den zehnten Theil des relativen Festigkeitsmodulus zum Grunde, so kann ein aus Kieferholz bestehender und über einen Graben gelegter Balken von 0,131 Meter Breite und 0,183 Meter Höhe eine Länge von 210,53 Meter besitzen, wenn er einen Menschen von 68,29 Kilogr. Körpergewicht tragen soll. Die Mechanik lehrt aber, daß die Tragfähigkeit der Art mit der Länge abnimmt und weit mehr unter dem Einfluß der Höhe, als der Breite des Balkens steht. Wäre er 0,183 Meter breit und 0,131 Meter hoch, so müßte sich deshalb seine Länge auch auf 150,38 Meter, mithin beinahe um $1/4$ vermindern.

Anhang Nr. 27.

Ein Kalksteinwürfel von 2,6 Centimeter Breite, Dicke und Höhe wird erst durch eine Last, die 25,67 Mal so viel, als jener Mann wiegt, zerdrückt. Dieser Coefficient steigt bei dem Fichtenholz auf 134,02 und bei Gußeisen auf 3123,3.

Anhang Nr. 29.

228 Die Gesetze, welche die Mechanik für das Zerknicken der Stäbe und Säulen aufstellt, bestimmen die günstigsten Formen und den Festigkeitsgrad, mit denen künstliche Unterstützungsmittel des Menschen, wie Stöcke, Krücken, hölzerne Beine und ähnliche Vorrichtungen, versehen sein müssen. Bedient sich ein Amputirter einer Krücke oder eines hölzernen Fußes, so haben diese Theile die Körperlast, während das gesunde Bein vorwärts schwingt, auszuhalten. Eilt der Mensch, so vergrößert die Fallgeschwindigkeit, die das Heben und Senken des Oberkörpers veranlaßt, den Druck, dem die Stütze unterworfen wird. Ein schwacher Stab biegt sich daher dann leichter. Geht Jemand auf zwei Krücken, so vertheilt sich die Last auf beide.

Anhang Nr. 28.

229 Die Formeln, die für die Biegungsverhältnisse belasteter Säulen gelten, lehren, daß zwei gleich lange Stäbe von demselben Material, von denen der eine rechtwinkelig parallelipipedisch und der andre cylindrisch ist, unter der gleichen Last einknicken, wenn das Product der Breite und der dritten Potenz der Dicke des eckigen Stabes 0,59 der vierten Potenz der des runden beträgt. Haben sie überdieß denselben Querschnitt, so trägt der eckige eben so viel, als der runde, wenn sich seine Dicke zu seiner Breite, wie der Umfang eines Kreises von dem Durchmesser 1 zu 3 oder wie 1 : 0,95 verhält. Ist der parallelipipedische Stab vollkommen quadratisch, so knickt er erst bei $1/20$ mehr Belastung, als ein runder ein. Es schiene hiernach auf den ersten Blick vortheilhafter, quadratische Krückenstäbe, wie sie in man-

Anhang Nr. 28.

chen Gegenden Italiens gebräuchlich sind, statt runder zu wählen. Allein der Durchmesser der letzteren, die sich weit bequemer umfassen lassen, braucht nur, wie die Rechnung ergiebt, verhältnißmäßig um $1/_{100}$ vergrößert zu werden, wenn jener Nachtheil der Form ausgeglichen werden soll.

230 Wird ein Stab frei aufgestellt und an seinem anderen Ende belastet, so knickt er erst unter einer vier Mal so großen Last ein, als wenn er an der Stützfläche eingemauert oder festgeklemmt ist. Beträgt nur seine Länge die Hälfte eines zweiten, der ihm sonst gleich ist, so verstärkt sich in dieser Hinsicht seine Tragkraft um das Vierfache. Eine Krücke kann daher besser wirken, als ein eingeklemmter Stab und ein Handstock verhältnißmäßig kräftiger sein, als ein vollständiger Krückenstab. Anhang Nr. 28 u. 29.

Bedient sich ein Oberschenkelamputirter von 60 Kilogr. Körpergewicht einer einzigen Krücke von Fichtenholz von 1,2 Meter Länge, so muß diese, wenn man die gehörige Sicherheit für das Zerknicken giebt, 4,4 Centimeter im Durchschnitt haben. Tannenholz fodert nur 3,8 Centimeter.

231 Lahme der Art lassen sich häufig im Winter einen eisernen Nagel in das untere Ende ihres Krückenstabes einschlagen, damit sie weniger ausgleiten. Ist er aus Schmiedeeisen verfertigt und hat eine Länge von 4 Centimeter, so brauchte er nur etwas mehr als 2 Millimeter dick zu sein, um jene 60 Kilogr. mit zwanzigfacher Sicherheit zu tragen. Hieraus erklärt sich, weshalb man bisweilen mit Nutzen in Frankreich die oberen Hälften der Krückenstäbe aus Eisendrath verfertigt. Das Gewicht des Ganzen vergrößert sich hierbei auf keine beschwerliche Weise. Die Festigkeit ist aber eher erhöht und die Abnutzung der Kleider in bedeutenderem Grade vermindert. Hinreichend starke hohle Eisencylinder könnten in dieser Hinsicht noch besser dienen.

Die Mechanik überläßt es der Bestimmung des Baumeisters, die Tragkraft solcher Säulen den Verhältnissen gemäß nach den für das Zerdrücken und den für das Zerknicken gültigen Formeln zu berechnen. Denn diese beiden Methoden geben wesentlich abweichende Resultate.[1] Was die Stärke von Krückentheilen betrifft, so verfährt man aus mathematischen und technischen Gründen am zweckmäßigsten, wenn man die für das Zerknicken eingemauerter Säulen oder eingeklemmter Stäbe gültigen Formeln zum Grunde legt, und nur den achten Theil des Elasticitätsmodulus in Rechnung bringt. Die oben angeführten Beispiele sind in dieser Weise bestimmt worden. Anhang Nr. 28.

232 Schwerlinie. — Der **Schwerpunkt** eines Körpers ist der ideale Mittelpunkt, in dem man sich die als parallele Wirkungen betrachteten Anziehungskräfte seiner Massentheilchen gegen die Mitte der Erde vereinigt denkt. Eine feste unveränderliche Substanz hat in allen ihren Lagen fast den gleichen Schwerpunkt. Denn die Anziehungskräfte sind beinahe parallel, weil sie erst bei 32 Meter Abstand einen Winkel von ungefähr einer Secunde bilden. Wechselt dagegen die Menge und die Vertheilung der Massen, so muß sich auch der Schwerpunkt ändern. Ein Mensch mit vollem Magen hat daher einen anderen, als ein hungernder. Trägt er eine Last

---

[1] Vergl. J. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Band I. Braunschweig, 1845. 8. S. 234. u. erste Aufl. dieses Lehrbuches, Bd. I. S. 118—120.

oder nimmt er eine abweichende Stellung an, so verrückt sich sein Gravitationscentrum in entsprechender Weise.

233 Die seitliche Symmetrie der meisten Körperorgane muß zur Folge haben, daß die Schwerebene eines liegenden, sitzenden oder stehenden Menschen, der alle seine Seitengebilde symmetrisch vertheilt hält, fast genau die Mitte der Querlinie der entsprechenden Körpergegend senkrecht durchschneidet. Die Beobachtungen von Weber und mir lehrten, daß der Schwerpunkt bei 1,6 bis 1,7 Meter Körperlänge, wenn der Mensch mit seitlich symmetrischer Vertheilung der Organe wagerecht liegt, 0,43 vom Scheitel und 0,57 von der Ferse entfernt ist. Das gegenseitige Verhältniß der Abstände gleicht 1 : 1,3, mithin beinahe = 3 : 4 oder, wenn man lieber will, annähernd dem der Peripherie eines Kreises von dem Durchmesser 1 zu der Summe der vier Seiten eines Quadrates von der Basis 1 (= 3,14159 : 4 = 1 : 1,2732).

234 Ist ein Körper unterhalb seines Schwerpunktes unterstützt, so befindet er sich in unsicherem oder labilem Gleichgewicht, weil er nur dann stehen bleibt, wenn der durch den Schwerpunkt gehende Perpendikel oder die Schwerlinie die Unterstützung trifft. Geschieht dieses nicht, so reißt ihn sein eigenes Gewicht so weit um, bis jene Bedingung erfüllt ist oder selbst sein Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkt zu liegen kommt. Er sucht dann in dem letzteren Falle in ein sicheres oder ein stabiles Gleichgewicht überzugehen. Da der Schwerpunkt des Menschen in allen natürlichen Stellungen über der Unterstützung liegt, so ergiebt sich von selbst, daß vorzugsweise die Gesetze des unsicheren Gleichgewichts die physiologischen Erscheinungen beherrschen. Nur der an einem Stricke oder den Händen aufgehängte Mensch bleibt in der Ruhe in sicherem Gleichgewicht und kann, wenn er bewegt wird, wie ein Pendel, hin und her schwingen.

235 Ist aber eine Masse unter ihrem Schwerpunkt unterstützt, so muß die Stellung verschiedene Grade der Sicherheit darbieten. Denken wir uns, wir hätten ein Ei so gelegt, daß sich sein Schwerpunkt *S*, Fig. 31., in der Mitte seiner kleineren Achse *C D* befindet, so wird es weniger leicht umfallen, als wenn es auf seinem stumpfen Ende ruhend *S* in der Mitte von *A B*, Fig. 32., hat. Das eigene Gewicht des Eies wird *S* bei der geringsten Verrückung so sehr als möglich herabzuführen suchen. Da aber *S A* größer als *S D* ist, so ändert sich von selbst die Lage Fig. 32. in die Fig. 31. und nicht umgekehrt um. Ein Körper steht überhaupt um so sicherer, je kürzer die Entfernung des Schwerpunktes *S* von dem Unterstützungspunkte *D* oder *A* und je ausgedehnter die stützende Fläche selbst ist. Der Mensch hat daher eine größere Stabilität in horizontaler Lage, als in sitzender Stellung. Das Stehen, Gehen oder Laufen macht aus denselben Gründen die Gleichgewichtsverhältnisse unsicherer.

Fig. 31.

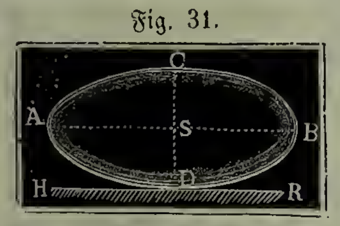


Fig. 32.

Verliert ein Mensch ein Bein, so rückt natürlich sein Schwerpunkt höher hinauf. Sein Stehen wird daher selbst gefahrvoller bleiben, wenn er auch seinen Mangel durch ein leichteres hölzernes Bein ersetzt. Sind beide unteren Extremitäten entfernt, so geht der Schwerpunkt der Leiche an den unteren Theil der Brust. Er liegt übrigens in dem wohlgenährten Säugling höher, als später.

236 Biegt ein Mensch seinen Oberkörper vor oder zurück, streckt er seinen Arm aus oder ändert überhaupt die Stellung seiner einzelnen Körpertheile, so wechselt auch die Lage seines Schwerpunktes. Diese labilen Verhältnisse des Centrum der Anziehung seiner sämmtlichen Massentheile bildet die Grundlage vieler Verbesserungen, die wir instinctmäßig vornehmen.

237 Stehen wir auf wagerechtem Boden gerade und aufrecht, so geht die Schwerlinie (*G G'* Fig. 33.) in der Mitte zwischen den beiden Fußsohlen hinab. Der von diesen umschriebene Raum bildet die Grenze der Unterstützungsfläche. Wir können unseren Oberkörper nach vorn oder hinten, nach der einen oder der anderen Seite so weit neigen, bis die Schwerlinie die Ränder derselben berührt. Ueberschreitet sie diese, so fallen wir nach der Richtung, in welcher hin der Boden von der Schwerlinie getroffen wird, um.

Fig. 33.

Fig. 34.

238 Stellen wir uns vor, ein Mann, dessen Schwerpunkt in aufrechter Stellung in *G.*, Fig. 33, fällt, trägt auf dem Rücken eine Last, deren Gravitationscentrum in *S* liegt, so wird die Schwerlinie des Menschen *G G'* die Unterstützungsfläche, die durch die Fußsohlen umschrieben wird, berühren. Die der Belastung dagegen, *S S'*, fällt weit hinter derselben. Wäre das Gewicht der Last so bedeutend, daß der Schwerpunkt des bepackten Mannes in *g* zu liegen käme, so würde er, da sich *g g'* außerhalb seiner Stützfläche befindet, nach hinten umgerissen werden. Er biegt sich deshalb mit seinem Oberkörper, wie es Fig. 34. zeigt, nach vorn, damit noch *g g'* den Begrenzungsraum seiner Fußsohlen berühre.

239 Die Praxis gebraucht mehrere Einrichtungen, welche mit diesen Verhältnissen des Schwerpunktes in Beziehung stehen. Trägt ein Mensch eine Last auf dem Kopfe, so liegt ihr Schwerpunkt, wenn sie sich im Gleichgewicht befindet, über dem des Menschen. Die Störungen, welche die Gewichtsverhältnisse der Last sonst erzeugen, können eher auf diese Weise vermieden werden. Trägt ein Mann einen Sack mit Mehl, so vertheilt er ihn so auf seiner Schulter, daß die eine Hälfte nach vorn, die andere nach hinten kommt. Er braucht daher nicht seinen Körper nach vorn überzubiegen. Die Einrichtung der Doppelsäcke zur Aufnahme größerer Geldmengen hat den gleichen Zweck. Eine plattere Last, die mit ihrer breiteren Fläche auf dem Rücken des Trägers ruht, wird natürlich die Schwerlinie weniger, als eine dicke nach hinten ziehen. Die Tornister, die Tragbrette

der Glaser und alle zu ähnlichen Zwecken dienenden Körper sind deshalb breiter, als dick.

Fig. 35.



240 Ist vorn eine bedeutende Last, die ihren Schwerpunkt in S, Fig. 35., hat, angebracht, so muß der Oberkörper nach hinten gebogen werden. Die gemeinschaftliche Schwerlinie $g\ g'$ kann nur dadurch auf die Fußsohlenfläche zurückgeführt werden. Steht ein Mensch mit einem sehr dicken Leibe, eine hochschwangere Frau oder eine Person mit Eierstockwassersucht aufrecht, so zieht sie aus dem gleichen Grunde die obere Hälfte ihres Körpers nach hinten zurück.

241 Die Verhältnisse des seitlichen Gleichgewichtes werden sich nach denselben Grundsätzen verbessern. Trägt ein Gärtner (Fig. 36.) eine schwere, mit Wasser gefüllte Gießkanne in seiner linken Hand, so muß er seinen Oberkörper nach rechts biegen und umgekehrt. Hätte er aber gleich schwere Lasten an beiden Armen, so wäre es ihm eher möglich, seine gerade, aufrechte Stellung zu behaupten. Die Querbretter, die man in manchen Gegenden zum Aufhängen der Wasserkannen hat, leisten in dieser Beziehung dasselbe, was die Doppelsäcke für das Gleichgewicht von vorn nach hinten thun.

Fig. 36.



242 Die Art und Weise, wie unsere Arme gehalten werden, trägt viel zu diesen Verbesserungen bei. Denken wir uns, ein Mann habe seinen Schwerpunkt in b bei unbelasteter Stellung und trüge ein bedeutendes Gewicht m, dessen Schwerlinie $c\ d$ ist, in der rechten Hand, so würde die Biegung seines Oberkörpers nach links die gemeinsame Schwerlinie nach $e\ f$ hinüberführen. Streckt er aber seinen linken Arm horizontal aus und hat dieser dann seinen Schwerpunkt in n, so wirkt er wie ein Gewicht, dessen Schwerlinie $g\ h$ dem Gewichte m in einem bestimmten Verhältniß $h\ f$ und $d\ f$ entgegenarbeitet. Die gemeinsame Schwerlinie rückt daher noch weiter nach $i\ k$ hinüber und macht die Stellung sicherer. Wäre der Arm im Ellenbogengelenke gebogen, so würde dieser Zweck, wie man leicht sieht, in unvollkommnerem Grade erreicht werden.

Fig. 37.



243 Das Gehen und noch mehr das Laufen, Springen und Tanzen machen solche Verbesserungen in jedem Augenblicke nothwendig. Sollen Soldaten in geschlossenem Gliede gleichförmig marschiren, so müssen sie mit



demselben Fuße gleichzeitig vorwärts gehen und den gleichen Schritt einhalten. Geschieht dieses nicht, so bringen sie sich bald selbst durch die verschiedenartigen nothwendigen Gegenbewegungen in Unordnung. Zwei Menschen, die einander führen, können daher nur mit Mühe zusammen laufen. Die Harmonie des Tanzes beruht zu einem großen Theile darauf, daß die Stellungen, welche der nothwendige Wechsel des Schwerpunktes veranlaßt, eine wohlgefällige Uebereinstimmung haben. Alle Theile der Statue des fliegenden Merkurs sind so gelagert, daß noch die Schwerlinie $G\,G'$, Fig. 38., die Zehenspitze berührt und mithin die Grenze des möglichen Gleichgewichts erreicht[1]).

Dieselben Gesetze machen sich auch unter krankhaften Verhältnissen geltend. Hinkt ein Mensch in so bedeutendem Grade, daß der leidende Fuß nur bei größter Streckung und selbst dann kaum den Boden berühren kann, so sucht er bei dem Stehen seine gesammte Körperlast auf der gesunden Extremität zu stützen. Er biegt daher den Oberkörper nach dieser Seite hin und läßt ihn nicht nach der entgegengesetzten hinabsinken. Da nicht selten Kinder der Art scrophulös und deshalb zu Knochenverkrümmungen geneigt sind, so kann nur jene Folge der ungleichen Länge der Beine die Bildung einer Rückgrathsverkrümmung begünstigen. Personen, die hoch oben am Arme amputirt oder mit einer bedeutenden Verkürzung der einen oberen Extremität geboren sind, gehen deshalb nicht selten schief. Sie neigen ihren Oberkörper nach der kranken Seite, weil diese die leichtere ist.

Hat der Mensch einen Schenkel verloren, so verkleinert sich die Unterstützungsfläche um die Fläche der fehlenden Fußsohle und den Zwischenraum, der zwischen ihr und der gesunden vorhanden sein sollte. Wollen solche Unglückliche vollkommen frei stehen, so müssen sie ihren Rumpf nach der gesunden Seite hinüberziehen und so lange als möglich auf ihrem Beine balanciren. Da dieses aber bald ermüdet, so können sie höchstens einige Minuten eine Stellung der Art aushalten. Die Störung des Gleichgewichts wird bei ihnen noch dadurch erschwert, daß ihr Schwerpunkt, wie wir sahen, höher als in Gesunden liegt. Dieser Nebeneinfluß muß um so merklicher werden, je weiter hinauf der Kranke amputirt worden und je weniger Masse seine untere Körperhälfte in Verhältniß zur oberen hat.

Gebraucht ein Mensch der Art eine oder zwei Krücken, so verbreitert er zwar seine Stützfläche; sie ist aber immer noch von vorn nach hinten schmäler, als im gesunden Zustande. Die Stellung erreicht daher nicht die Sicherheit, welche die regelrechten Verhältnisse darbieten. Ein Amputirter geht um so besser, je mehr er mit beiden Krücken ausschreitet oder die eine, wenn er sie ausschließlich oder in Verbindung mit einem Handstabe gebraucht, senkrecht an die Achselhöhle der kranken Seite anstemmt.

Bedient sich ein Amputirter eines hölzernen Beines und eines Handstockes, so führt er diesen am zweckmäßigsten an der gesunden und nicht an der kranken Seite. Er entlastet in jenem Falle seine schwerere Körperhälfte, wenn er mit dem gesunden Beine voranschreitet. Dasselbe gilt von Hinkenden, in denen noch das kranke Glied eine gewisse Tragkraft besitzt. Ist dieses nicht der Fall, so wird natürlich die unmittelbare Unterstützung der leidenden Seite durch einen Stab dringender, als die eben erwähnte Rücksicht.

244 Die Neigung des Bodens übt einen wesentlichen Einfluß auf die Stabilitätsverhältnisse des Menschen, wie der übrigen Körper aus. Steht die Schwerlinie senkrecht auf der wagerechten Unterlage, so wird das

[1]) Eine Reihe von Abbildungen, welche die Verbesserungen der Verhältnisse der Schwerlinie in verschiedenen Körperstellungen anschaulich zu machen suchen, findet sich in Ch. Dupin, Géométrie et Mécanique des arts et métiers et des beaux-arts. Tome II. Tab. I. Paris, 1826. 8.

ganze Gewicht der Masse für die Festigkeit des Stehens verwandt. Ist dieses aber nicht der Fall, so kann nur ein Theil desselben die Sicherheit der Stellung versorgen. Ist z. B. *A B C D* auf einer schiefen Ebene aufgestellt und sein Gewichtsdruck durch die Linie *S G*, Fig. 39., gegeben, so

Fig 39.

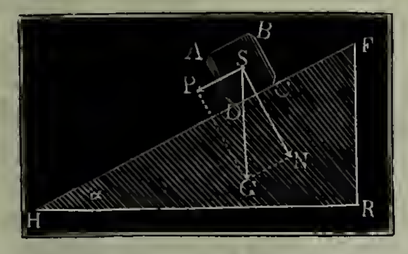
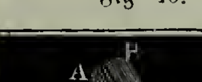


Fig 40.



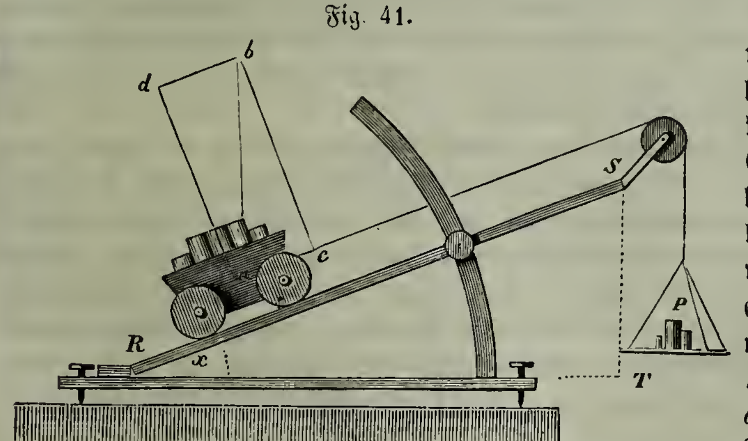
steht er nur mit der Kraftgröße *S N*. Eine andere *P S* dagegen sucht ihn mit einer entsprechenden Fallgeschwindigkeit längs der schiefen Ebene *F H* hinabzutreiben. Der Körper *A B C D* kann sich auf ihr in seiner Lage erhalten, weil seine Schwerlinie *S G* innerhalb *C D* den Boden berührt. Ist dieses, wie Fig. 40. angiebt, nicht der Fall, so wird er, wenn er auch auf *D C* auf einer horizontalen Fläche ruhen könnte, auf *H F* nach *A D* hin umfallen. Denken wir uns aber eine Kugel, die ihren Schwerpunkt in ihrem Mittelpunkte hat, so wird ihre Schwerlinie jeden Augenblick außerhalb der Unterstützung liegen. Sie gleitet daher nicht bloß, sondern rollt auf einer schiefen Ebene hinab. Aehnliche Verhältnisse machen es möglich, daß der Mensch eher auf einem steilen Bergwege das Gleichgewicht verliert oder sich in liegender Stellung auf abschüssigem Boden herabrollen lassen kann.

Anhang Nr. 30.

245

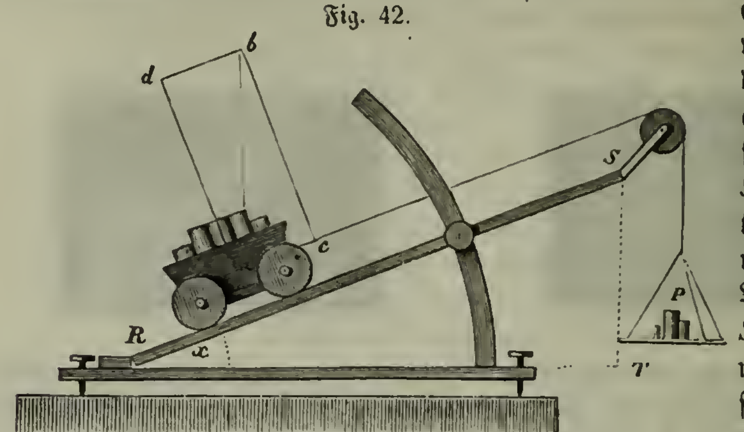
Wollen wir uns aber die Einflüsse, die solche ansteigende Flächen auf unseren Körper ausüben, versinnlichen, so kann uns der Fig. 41. abgebildete physikalische Apparat, der zur Erläuterung der Wirkungen der schiefen Ebene dient, den besten Aufschluß geben. Soll eine Last, wie ein Wagen oder ein Mensch auf einer schiefen Fläche *R S* stehen, so mag *a b* die Größe und Richtung der Wirkung des Schwerpunktes der Masse bezeichnen. Sie steht dann dem Parallelogramm der Kräfte gemäß mit der Größe *a d*, die auf *R S* senkrecht wirkt, fest, wird dagegen mit der *a c*, die *R S* parallel ist, herabgetrieben. Die letztere *a c*, die wir mit dem Ausdruck der Lastzunahme bezeichnen wollen, läßt sich aus dem Gewichte des Körpers oder dessen Repräsentanten

Fig. 41.



Anhang Nr. 80. ab und dem Neigungswinkel x der schiefen Ebene RS gegen den Horizont RT berechnen. Soll nun der Wagen hinaufgezogen werden, so muß das Zuggewicht P das Gewicht desselben um mehr, als die Lastzunahme übertreffen. Rollte er hinunter, so wird die Geschwindigkeit, mit welcher dieses geschieht, von der Höhe seines Ortes über dem Horizont bestimmt. Befände er sich in S, so würde er mit derselben Geschwindigkeit in R anlangen, mit der

Fig. 42.



Anhang Nr. 81. er T erreichte, wenn er in ST frei herabfiele. Die Zeit, die er aber für das Herabrollen von S nach R brauchte, hängt von der Größe des Neigungswinkels x ab. Sie verlängert sich um so mehr, je kleiner x und RS werden.

246 Ein Mensch, der auf einen Berg steigt, befindet sich in ähnlichen Verhältnissen. Eine $a\ c$ gleiche Kraft sucht ihn nach abwärts zu führen. Will er also vorwärts kommen, so hat er nicht bloß seine Körperlast, wie in der Ebene, zu tragen, er muß auch noch so arbeiten, als sei er hinten mit einem $a\ c$ gleichen Gewichte beschwert. Geht eine Bergstraße mit 7% Neigung empor, so beträgt der Winkel $x = 4^0\ 0'\ 50''$. Wiegt nun der Anhang Nr. 80. Mann 68,29 Kilogramm, so wird die Lastzunahme 4,78 Kilogr. ausmachen. Erhöbe sich aber die Bahn um 25°, so würde dieser Werth auf 28,86 Kilogr. wachsen. Die Beschwerden des anhaltenden Bergsteigens vergrößern sich daher mit der Zunahme der Steilheit in bedeutendem Maaße.

Gehen wir bergab, so wiederholt sich das Gleiche in umgekehrter Weise. Wir werden dann auf entsprechende Art abwärts getrieben, als wenn uns eine vorn angebrachte Kraft herabzöge.

Anhang Nr. 31. Gleitete ein Knabe auf einer steilen Schneebahn, die 50 Meter lang und unter 5° geneigt wäre, auf einem Schlitten hinab, so würde er unten, wenn man den Widerstand der Luft und die Reibung des Bodens außer Acht läßt, mit einer Geschwindigkeit von 9,246 Meter anlangen. Diese wäre eben so groß, als wenn er von einer Höhe von 4,358 Meter frei herabfiele und die Luft kein Hinderniß bereitete. Die Zeit aber, die er zum Hinabgleiten nöthig hat, müßte 11,47 Mal so groß als in dem letzteren Falle sein. Sie betrüge hier 0,943 und dort 10,815 Secunden.

Das freie Auge täuscht sich in hohem Grade in Betreff der Neigungswinkel, unter denen Straßen oder Bergpfade ansteigen. Sein Urtheil wird durch die Länge des Weges RS, Fig. 40., bestochen. Die Erhebung von S über T wird aber um so bedeutender, je mehr T von R absteht. Wir setzen daher bald irriger Weise große Höhen voraus, wenn selbst x sehr klein ist.

Die unmittelbaren Triangulationsbestimmungen, welche Dufrenoy und Elie de

Beaumont[1]) angeben, bestätigen dieses vollkommen. Eine Absenkung von 34 Minuten fällt schon sehr dem freien Auge auf. Die Eisenbahn von Rive-de-Gier nach Givors, auf der die Wagen von selbst hinabgleiten, hat nur eine Neigung von 0° 20′ 38″. Der Weg über den Mont-Cenis steigt im Maximum um 4° 0′ 50″ und der über den Simplon um 5° 42′ 38″. Das Gesetz verbietet in Frankreich, daß eine neue Straße um mehr als 5% und im Canton Bern, daß sie um mehr als 7% abfalle. Dieses giebt aber nur Winkel von 2° 51′ 50″ und 4° 0′ 50″. Der steilste Theil der Straße Rue de la Montagne-St. Geneviève in Paris geht unter 6° aufwärts — eine Erhebung, die schon Vielen beschwerlich wird.

Hat der Weg einen Abfall von 9° 1′, so wird es selbst mit Benutzung des Hemmschuhes unsicher, im Wagen hinabzufahren. Ist er durch Regen schlüpfrig geworden, so tritt schon der gleiche Fall für das Gehen bei 9° 46′ 30″ ein. Beträgt die Neigung 15°, so wird es ganz unmöglich, mit dem Wagen hinabzukommen. Die Pfade, die man noch auf Maulthieren im Aostathale und in den Schweizer Alpen zurücklegt, ergeben im Durchschnitt 19°. Das Maximum der Steigung, welches diesen Thieren überhaupt, wenn sie belastet sind, möglich wird, beträgt ungefähr 29°. Ein Mensch geht höchstens noch leicht auf einem steinigten unter 25° geneigten Boden auf und ab. Bei 50° können selbst nicht mehr Schaafe, um Futter zu suchen, hinaufkommen.

Ist der Fußboden fest, so daß sich nicht der Tritt des Menschen eindrückt, so wird eine Bahn von 37° so gut als unbrauchbar. Der Winkel kann aber auf Sandboden, der mit vulkanischer Asche bedeckt ist, auf 42°, nicht aber bis zu 44° steigen (Alex. v. Humboldt).

Der Aletschgletscher fällt nach dem Wallis unter 2° 58′; das Eismeer bei Chamouny, an der Vereinigungsstelle seiner beiden Ursprungstheile, des Tacul- und Lechaudgletschers unter 3° 15′ und etwas tiefer unter 6° ab. Besteigt man den Montblanc, so überwindet man im Maximum eine Erhebung von 35°, wenn man Stufen in das Eis einhaut. Lawinen fallen schon bei einer Absenkung von 30° und noch weniger. Die Lava des Vesuv kam bei dessen Ausbruch im Jahre 1769 unter 19° 44, bei dem im Jahre 1834 aber nur unter 1° 45′ und die des Aetna sogar im Jahre 1832 unter 0° 54′ hinab.

Die ziemlich steilen Steintreppen, die hier in Bern gebräuchlich sind, fallen auch unter verhältnißmäßig bedeutenden Winkeln ab. Die der Anatomie hat z. B. 27° 33′ 37″ und die meines Wohnhauses sogar 32° 53′ 22″.

Gehen wir bergauf, so verlangsamt sich unsere Bewegung mit der Vergrößerung des Widerstandes. Wir bücken den Oberkörper nach vorn, als ruhte eine Last auf unserem Rücken und fallen leicht in dieser Richtung hin, weil wir oft die Verbesserung unserer Schwerlinie auf steilen Pfaden übertreiben. Das Bergabsteigen zieht die entgegengesetzten Erfolge nach sich. Wir strecken den Oberkörper nach hinten, als wollten wir einem Gewichte, das wir aufheben, entgegenwirken. Die raschere Bewegung, zu der wir durch unsere eigene Fallgeschwindigkeit gezwungen werden und die instinctmäßige Körperstellung, die wir dabei annehmen, läßt uns leichter stürzen. Wir fallen aber dann auf den Rücken und nicht nach vorn. Eilt ein Bergreisender hinab, so nimmt er daher auch seinen Bergstock so zwischen die Füße, daß dieser nach hinten hervorragt. Er setzt ihn aber beim Emporgehen vor sich auf, um an ihm seine vermehrte Körperlast, wie an einem Pfeiler emporzuziehen. 247

Mechanische Leistungen. — Das Gehen bildet eine der einfachsten mechanischen Leistungen des Menschen. Er trägt dabei seine eigene Masse eine gewisse Strecke weit fort. Die Geschwindigkeit, mit der es 248

[1]) Dufrénoy et Elie de Beaumont Mémoires pour servir à une déscription géologique de la France. Tome IV. Paris, 1838. 8. p. 204—226.

vollführt wird, hängt nicht bloß von dem Willen und der Kraft des Individuum, sondern auch von der Zeit, während welcher diese Thätigkeit anhält, der Gewohnheit und der Nebenbelastung ab. Trägt ein rüstiger Fußgänger Nichts als seine Kleider, so kann er täglich im Durchschnitt in 8½ Stunden 50 Kilometer auf ebenem Boden und in nicht zu großer Hitze durchlaufen. Er macht in der Minute 125 Schritt von 0,784 Meter Länge und hat eine Geschwindigkeit von 1,634 Meter für die Secunde. Schwächlichere, aber immer noch gesunde und kräftige Männer bringen es nur täglich auf 32,4 Kilometer in 8 Stunden. Die Schnelligkeit ihrer Bewegung sinkt daher dann auf 1,125 Meter. Sie beträgt aber sogar nur 1,04 Meter bei einem Spaziergänger, der etwa in 50 Minuten eine halbe Meile macht und 0,9 bis 1 Meter bei einem Boten, der seinen Dienst mit keiner großen Eile versieht.

Die Kriegswissenschaft sucht so genau als möglich die mittlere Geschwindigkeit, mit der Soldaten die größten Raumstrecken unter der kleinsten nachwirkenden Ermüdung durchsetzen können, festzustellen. Die Vernachlässigung der hierfür gültigen Regeln hat in manchen Kriegen eben so viele Menschen, als eine verlorene Schlacht, durch Erschöpfung und nachfolgende Krankheiten hingerafft. Die Taktik der verschiedenen Völker weicht in dieser Beziehung im Einzelnen ab. Einige Beispiele, die den Angaben von Bouvard[1]), Dupin[2]) und Zach[3]) entnommen sind, können dieses übersichtlich darstellen.

	Militär						
	französisches nach Bouvard (vor 1819).			englisches nach Dupin.	östreichisches nach Zach (1812).		
	Gewöhnlicher Schritt.	Reiseschritt.	Sturmschritt.		Manövrirschritt.	Reiseschritt.	Sturmschritt.
Zahl der Schritte in der Minute	76	100	200	—	80	100	120
Durchlaufener Raum in der Minute in Metern	50	66	130	90	57,7	75,8	94,8
Länge des Schrittes in Metern	0,66	0,66	0,65	—	0,72	0,76	0,79
Secundengeschwindigkeit in Metern	0,83	1,10	2,17	1,50	0,96	1,26	1,58

Die altrömischen Soldaten sollen 7½ Kilometer in der Stunde mit einer noch größeren Beschwerung, als die heutigen Soldaten, gemacht haben[4]). Dieses würde die kaum glaubliche Geschwindigkeit von 2,08 Meter geben.

249 Das Laufen vergrößert natürlich die Geschwindigkeit der Bewegung in bedeutendem Grade. Während aber die meisten Menschen Anstrengungen der Art nur kurze Zeit aushalten, können Läufer von Profession die Ge-

[1]) Hachette, Traité élémentaire des Machines. Seconde Edition. Paris, 1819. 4. pag. 39.

[2]) Ch. Dupin, Géometrie et Mécanique des arts et métiers et des beaux-arts Tome III. Paris, 1826. 8. p. 76. 77.

[3]) F. J. v. Gerstner, Handbuch der Mechanik. Zweite Auflage. Th. I. Prag, 1832. 8. Seite 21.

[4]) Dupin a. a. O. pag. 78.

schwindigkeit von belasteten Pferden ausgedehntere Bahnstrecken hindurch erreichen. Man hat z. B. für ausgezeichnete Fälle der Art:

Schnellläufer.	Secunden-geschwindigkeit in Metern.	Pferde.	Secunden-geschwindigkeit in Metern.
Herrschaftliche Läufer	2,84	Cavallerie im Schritt	1,4
Englische Wettläufer	4,00	Cavallerie im Trab	3,6 bis 4,20
Schnellläufer Göhrich [1]	4,20	Cavallerie im Gallop	6,32 bis 8,44
" Cootes	4,47		
" West [2]	9,08		

West lief mithin selbst schneller, als die Reiterei im Gallop fortkommt, er war aber nur 16 Secunden in dieser Weise thätig. Wäre die Sache vollkommen verbürgt, so würde Cootes das merkwürdigste Beispiel darbieten, denn er lief 1000 englische Meilen in 100 Stunden und verlor dabei 14 Kilogramm seines Körpergewichtes.

Ein wesentlicher Vortheil des Laufens besteht, wie wir sehen werden, darin, daß möglichst wenig Zeit mit der Stemmung der Extremität, die den Körper angenblicklich auf dem Boden aufstützt, verloren geht. Die Beschaffenheit der Unterlage hat aber einen bedeutenden Einfluß auf die Schnelligkeit des Fortkommens. Ist das Erdreich weich und nachgiebig, so sinkt jedes Mal das belastete Bein ein. Es erfordert eine gewisse Zeit, damit es emporgelange. Die Geschwindigkeit nimmt daher ab. Wir gehen deshalb auf nasser Erde, auf feinem Sand, auf Lavaasche langsamer, als auf einer guten Chaussee. Ein Hinkender, dessen leidende Körperhälfte niedersinkt und in die Höhe gehoben wird, kommt weniger schnell, als ein Gesunder fort. 250

Schlägt man die mittlere Geschwindigkeit eines Fußgängers zu 1 Meter an, so kann dieser Werth einen passenden Ausgangspunkt für den Vergleich der Bewegung des Menschen mit der von Thieren, Maschinen oder Naturagentien abgeben. Denn die Schnelligkeit wird eben so viel, als sie in Metern beträgt, vergrößert oder verkleinert. Wir haben daher z. B.

	Secunden-geschwindigkeit.		Secunden-geschwindigkeit.		Secunden-geschwindigkeit.		Secunden-geschwindigkeit.
Faulthier	1/1:50	Pferd im Trab	3,68	Dampfwagen	11-18	Telegraph zwischen Paris u Straßburg	1089
Schnecke	1/1000	Dampfboot	4,5	Englischer Renner	13,05	Elektrische Wirkung nach Wheastone	421920000
Pferd im Schritt	1,40	Pferd in Gallop	7,38	Windhund	20	Licht nach Struve	283131000
Post	3,40	Schlittschuhläufer	10,8	Brieftaube	70,9		

[1]) Gerstner, a. a. O. S. 29.
[2]) A. Baumgartner, die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Prag, 1834. 8. S. 6.

251 Wirkt der Mensch mittelst seiner mechanischen Kraft, als Maschine nach außen, so gebraucht er entweder seine gesammte Körperlast als Beschwerungsgewicht oder er bedient sich seiner Extremitäten, um mittelst ihrer gewisse zweckmäßige, anhaltende oder periodisch wiederkehrende Bewegungen zu vollführen. Ein Arbeiter, der auf dem Brette eines Zugwerkes hin- und hergeht oder in einem Tretrade thätig ist, zieht seine Körperschwere in einfacher, aber intelligenter Weise zu gewissen Zwecken zu Hilfe. Das Treten eines Pedals dagegen nimmt nur einen Theil seiner möglichen Massenleistung in Anspruch.

252 Das größte mechanische Kunstwerk, die durch den Geist geleitete Hand, macht es vorzugsweise möglich, daß die Maschinenarbeit des Menschen berechneter und zweckmäßiger als die der Thiere ausfällt. Eine fast unendliche Mannigfaltigkeit von Wirkungen liegt hier zwischen dem einfachen Fassen, Ziehen und Hauen und den Wirkungen, welche die Finger des Malers oder Musikers hervorrufen.

253 Da jede zu große Anstrengung einen bedeutenden Grad von Ermüdung nach sich zieht, so gebraucht auch nur der Handarbeiter einen Theil seiner Kraft, um dafür längere Zeit thätig sein zu können. Er leistet instinctmäßig so viel, daß die Ruhe der Nacht hinreicht, die Erschöpfung vollkommen zu beseitigen. Die Größe der Thätigkeit hängt aber nicht bloß von seinem absoluten Kraftwerthe, sondern auch von der Art seiner Beschäftigung ab. Denn diese bestimmt, welche Theile seiner Muskulatur auf günstigere und welche in unpassenderer Weise benutzt werden können. Zieht der Mensch ein Schiff oder einen Wagen, so sind die Vortheile für seine Bewegungsorgane weit geringer, als wenn er rudert. Ein Pferd eignet sich vorzüglich für den wagerechten Zug; soll es dagegen Lasten auf Berge hinaufführen, so stößt es in dieser Hinsicht auf größere Schwierigkeiten, als der Mensch.[1])

254 Die Mechanik bedient sich eines einfachen Mittels, um die verschiedenen Maschinenarbeiten zu vergleichen. Sie schafft nämlich einen idealen Werth, die dynamische Einheit oder das mechanische Moment, das die Producte des fortgeführten Gewichtes, des durchlaufenen Raumes und der gebrauchten Zeit in einem Ausdrucke umfaßt. Nehmen wir einige von Coulomb[2]) ermittelte Erfahrungswerthe zum Beispiel, um dieses näher zu erläutern.

Wenn ein Mann, der mit den Kleidern 70 Kilogrm. wiegt, 50 Kilometer auf ebenem Boden in einem Tage zurücklegt, so besteht dann seine tägliche dynamische Einheit 3500 Kilogramm = Kilometer. Da aber ein Cubikdecimeter Wasser 1 Kilogramm wiegt, so entspricht dieses der Vorstellung nach einer Hebung von 3500 Cubikmeter Wasser auf 1 Meter Höhe. Dauert der Gang 10 Stunden, so hätten wir für die Minute $\frac{3500000}{600} = 5833$ Kgm. Km.

---

[1]) Muncke in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. V. Leipz., 1830. 8. S. 981.
[2]) Hachette, Traité élémentaire des Machines. Deuxième Edition. Paris, 1819. 8. pag. 42.

255 Kräftige Arbeiter führen täglich höchstens 44 Kilogramm 20 Kilometer weit. Dieses giebt für 70 Kilogramm Körpergewicht 2280 dynamische Einheiten, mithin beinahe $^2/_3$ weniger, als ohne alle Belastung. Träger, die Möbeln von einem Orte zum andern befördern, machen im Tag bei 58 Kilogramm Belastung nicht mehr, als 6 Gänge von 2 Kilometer. Diese Arbeit strengt sie aber in dem Grade an, daß sie sie nicht zwei Tage hintereinander wiederholen können. Kehren sie leer zurück, so haben wir $(2 \times 70 + 58)\ 12 = 2376$ dynamische Einheiten.

Die Belastung verringert also den Werth des mechanischen Momentes in bedeutendem Grade. Betrachten wir aber den Nutzeffect, welchen die beiderlei Arbeiten der Träger liefern, so werden täglich 44 Kilogramm 20 Kilometer weit bei geringerer und 58 Kilogramm nur 12 Kilometer bei stärkerer Anstrengung fortgeführt. Wir haben also in dem ersten Falle 880 Kgm. Km. und in dem letzteren 696 Kgm. Km. Die größere Mühe verzehrt hier beinahe $^1/_5$ des Nutzeffectes.

256 Die Mechaniker und Physiker haben auch dieselbe Berechnungsweise für den Fall, in dem Menschen auf schiefen Ebenen emporsteigen und Lasten hinauftragen, angewendet. Es ergiebt sich aber von selbst, daß hier die Verhältnisse verwickelter und Bestimmungen der Art unsicherer sein werden, weil nicht bloß die Länge, sondern auch die Neigung des Weges in Betracht kommen muß. Gegenseitige Vergleichungen sind dann nur mit vieler Vorsicht zu gebrauchen.

Als Borda den Pic von Teneriffa bestieg, war jeder der acht Begleiter, die zu Fuß gingen und die physikalischen Instrumente trugen, mit 7 bis 8 Kgm. belastet. Sie erhoben sich in einem Tage während $7^1/_2$ Stunden um 2923 Meter Barometerhöhe. Nimmt man ihr Körpergewicht zu 70 Kilogramm und ihre Belastung zu 7 Kilogramm an, so erhält man für die senkrechte Erhebung 225,07 dynamische Einheiten von 1 Cubikmeter Wasser auf 1 Meter Höhe. Ein magerer und nicht sehr kräftiger Mann, wie ich, der mit den Kleidern nur 57 Kilogramm wiegt, geht ohne übermäßige Anstrengung von Meyringen (569 Meter hoch) auf die Grimsel (1869 Meter) in 8 Stunden eines Tagemarsches. Wir haben mithin nur 74,1 dynamische Einheiten für die Erhebung in senkrechter Richtung. Schlägt man die Steigung des Grimselpasses zu 7% im Durchschnitt an, so beträgt die Länge des Weges 18,571 Kilometer, die Geschwindigkeit 0,644 Meter und die Leistung 1058,6 Kgm. Km. Ich könnte aber täglich 8 Stunden auf ebenem Boden mit 1 Meter Geschwindigkeit ohne größere Anstrengung gehen. Die Arbeit würde daher um mehr als die Hälfte durch das günstigere Terrain steigen oder 1641, 6 Kgm. Km. gleichen.

257 Trägt ein Mensch eine Last auf einer schiefen Ebene in die Höhe, so wird natürlich seine Leistung geringer ausfallen, als wenn er sie auf horizontalem Boden fortschafft oder wenn er unbeschwert die gleiche Höhe besteigt (§. 245.). Coulomb[1]) fand z. B., daß ein starker Träger täglich

[1]) Coulomb in den Mémoires de l'Institut National des Sciences et Arts. Sciences mathématiques et physiques. Tome II. Paris, an VII. pag. 389.

6 Holzfuhren von 734 Kilogramm 12 Meter hoch schaffen kann. Er geht hierbei 66 Mal hinauf und hinunter und trägt also immer bei dem Aufsteigen 66,6 Kilogr. Bedenkt man, daß die Last der nöthigen Stricke und Haken, die er bei dem Herunterkommen führt, als unbedeutend außer Acht gelassen werden kann, so hat man für die Gesammtleistung $6 \times 734 \times 12 + 70 \times 66 \times 12 = 108,288$ Kgm. Km. und für den Nutzeffect der Lastfortschaffung in die Höhe 52,848 Kgm. Km. Handlanger, die 35 bis 40 Kilogr. Steinkohlen als Ladung nehmen, befördern sie nach Gueniveau[1]) auf rauhen Treppen mit einer täglichen Leistung von 42 bis 50 Kg. Km. Nutzeffect. Nimmt man wieder ihr Körpergewicht zu 70 Kilogr. an, so hat man eine Gesammtleistung von 112 bis 120 Kgm. Km.

258 Die zweckmäßige Vertheilung des Gewichts auf die größtmögliche Menge von Muskeln bildet einen Hauptpunkt des Erfolges. Trägt ein Mensch eine Last, die eben so viel als er selbst wiegt, auf dem Rücken, so leistet er weniger, als wenn er unter den gleichen Verhältnissen unbelastet, d. h. mit der passendsten Vertheilung seiner eigenen Körpermasse die doppelte Höhe emporstiege.

259 Die Mechaniker führen die Wirkung von Maschinentheilen oder von Menschen, die an ihnen arbeiten, auf ähnliche dynamische Einheiten zurück, um hiernach einen Maaßstab für die Beobachtung mannigfacher öconomischer und technischer Fragen zu erhalten. Es versteht sich aber von selbst, daß die Schätzungen um so unsicherer ausfallen, je schwankender die Grundwerthe der Natur der Sache nach erscheinen.

260 Ein Bergmann zieht z. B. 90 Kilogramm Steinkohlen in einem Schlitten 290 Meter weit und wiederholt diese Arbeit, indem er leer zurückkehrt, 24 Mal im Tage. Der Nutzeffect gleicht daher 626,4 Kgm. Km., mithin noch etwas weniger, als der des §. 255. angeführten und mit 58 Kilogr. beschwerten Möbelträgers.

Fünfzehn Monate lang fortgesetzte Beobachtungen ergaben, daß zwei Arbeiter der Pariser Münzstätte 5200 Geldstücke im Tage schlugen. Der 38 Kilogramm schwere Prägstock wurde dabei jedes Mal 4 Decimeter hoch gehoben. Jeder Mann lieferte daher einen täglichen Nutzeffect von 39,52 Kg. Km.

Ein Taglöhner fährt täglich nach Vauban in einem Karren 14,79 Cubikmeter Erde 29,226 Meter weit. Da er sie in 500 Gängen holt, so durchläuft er belastet 14,613 Kilometer. Die Arme des Arbeiters tragen dabei nur einen Theil der Masse und zwar nach Coulomb[2]) 18 bis 20 Kilogr. und bei leerem Karren 5 bis 6 Kilogr. Der Mensch muß überdies 2 bis 3 Kilogr. Kraft anwenden, um den gefüllten Karren über die Unebenheiten des Bodens fortzustoßen. Gleicht nun das Gewicht der Last nach Coulomb 70 Kilogr., so hat man 2425,76 Kg. Km. Gesammtleistung und 1022,91 Kg. Km. Nutzeffect.

Die beiden folgenden von Morin[3]) entlehnten Tabellen können uns eine Ueber-

[1]) Hachette a. a. O. pag. 42. [2]) Coulomb a. a. O. pag. 409. 410.

[3]) A. Morin, Aide-Mémoire de Mécanique pratique à l'usage des Officiers d'Artillerie et des Ingénieurs civiles et militaires. Deuxième Edition. Metz et Paris, 1838. 8. pag. 336 u. 338.

sicht geben, wie die gegenwärtigen französischen Mechaniker und Ingenieurs die Leistungen und den Nutzeffect verschiedener Thätigkeiten des Menschen und des Pferdes schätzen. Manche Einzelwerthe weichen zum Theil, wie man sieht, von den obigen nach den Angaben anderer Mechaniker unterworfenen Berechnungen ab. Die Unterschiede überschreiten jedoch nicht die Breite des Wechsels, den die Verhältnisse gestatten.

I. Nutzeffect in Kilogramm-Kilometern für die Fortschaffung auf wagerechten, ebenen Bahnen.

	Fortgeschaffte Last in Kilogr.	Secundengeschwindigkeit in Metern	Tägliche Arbeitszeit in Stunden.	Nutzeffect in Kilogr.-Kilometer.
Ein Mensch, der unbelastet auf ebenem Wege geht	65	1,50	10	3510
Ein Handarbeiter, der Baustücke in einem zweirädrigen Wagen zieht und leer zurückkommt	100	0,50	10	1800
Ein Handarbeiter, der Erde in einem Handkarren fährt u. leer wiederkommt	60	0,50	10	1080
Ein Mensch, der eine Last auf dem Rücken trägt	40	0,75	7	756
Ein Arbeiter, der eine Last auf dem Rücken trägt und leer zurückkehrt . . .	65	0,50	6	702
Ein im Schritte gehendes Pferd, das auf seinem Rücken belastet ist	120	1,10	10	4752
Ein vor einem belasteten Karren gespanntes Pferd im Schritt	700	1,10	10	27720
Ein vor einem gefüllten Wagen gespanntes Pferd in Trab	350	2,20	4,5	12474

II. Nutzeffect in Kilogramm-Kilometern für die senkrechte Hebung von Lasten.

	Gehobene Last in Kilogrammen.	Secundengeschwindigkeit in Metern.	Tägliche Arbeitszeit in Stunden.	Tägl. Arbeitsgröße für 1 Kilogrm. u. 1 Km. Höhe.
Ein Mensch, der auf einem sanft aufsteigenden Wege oder einer Treppe unbelastet hinaufgeht	65	0,15	8	280,8
Ein Handarbeiter, der eine Last mittelst eines über eine Rolle gehenden Strickes heraufzieht und den Strick dann wieder herabläßt	18	0,20	6	77,76
Ein Arbeiter, der Lasten aufladet . . .	20	0,17	6	73,44
Ein Arbeiter, der Lasten auf einen ansteigenden Weg oder eine Treppe trägt, und leer herunterkommt	65	0,04	6	51,16
Ein Arbeiter, der einen gefüllten Handkarren auf eine schiefe Ebene (1/12) fährt	60	0,02	10	43,20
Ein Taglöhner, der Erde mit der Schaufel auf eine mittlere Höhe von 1,6 Meter hebt	2,7	0,40	10	38,88

261 Dreierlei Grundbedingungen, die ursprüngliche Kraft der Muskeln, der Grad und die Zweckmäßigkeit ihrer Verwendung und die Uebung bestimmen die Größe der Leistung und des Nutzeffectes. Die stärksten Läufer sind lange hagere oder kleine gedrungene Menschen, deren Muskeln gehörig entwickelt und durch Uebung gestählt sind. Einer der besten Bergreisenden des Canton Bern ist nicht voll 1,7 Meter lang und wiegt 63 Kilogrm. mit den Kleidern, besteigt aber ohne besondere Anstrengung den am Thuner See (578 Meter) liegenden Niesen (2384 Meter über dem Meeresspiegel), dessen Weg fast ununterbrochen steil (unter ungefähr 20°) hinaufgeht und zu 5,28 Kilometer angenommen werden kann, mit 0,5 Meter Geschwindigkeit. Die besten Handarbeiter, Turner und Ringer bieten ähnliche Verhältnisse der Körperbildung dar.

Stärkere Hitze vermindert die Leistungen des Menschen. Französische Soldaten konnten auf Martinique, wo die Wärme selten unter 20° sinkt, kaum die Hälfte von dem, was sie in ihrer Heimath zu Stande brachten, arbeiten.

Die älteren Mathematiker bemühten sich vielfältig, allgemeine Ausdrücke für die relativen Kräfte des Menschen zu finden. Euler hatte z. B. in dieser Hinsicht zwei Formeln, die zu verschiedenen Resultaten führten, gegeben. Schulze, welcher die erfahrungsgemäße Prüfung übernahm, fand dabei, daß die eine Formel, nach welcher die relative Kraft eines Menschen dem Producte der absoluten Kraft und dem Quadrate des von der Einheit abgezogenen Quotienten der relativen und der absoluten Geschwindigkeiten gleicht, die richtigere sei. Hachette[1]) bekräftigte das Gleiche für das Pferd. Anhang Nr. 82.

Bernoulli stellte den Grundsatz auf, daß Last und Geschwindigkeit gegenseitige Aequivalente bei jeder mittleren Anstrengung des Menschen bildeten. Obgleich nicht dieses Princip der Erfahrung genau entspricht, so versuchte doch Gerstner die thätige Kraft eines Arbeiters aus einer auf dieser Grundlage ruhenden Formel herzuleiten. Ein mittelstarker Mann besitzt nach ihm eine durchschnittliche Kraft von 12,5 Kilogr. und eine mittlere Secundengeschwindigkeit von 3/4 Meter. Geht er nun 8 Stunden lang, so kann er, wie die Formelentwickelung lehrt, 8,33 Kilogramm als Last mitnehmen und 28,8 Kilometer durchlaufen, ohne sich übermäßig anzustrengen. Trägt er aber Nichts, so vermag sich seine Geschwindigkeit für den gleichen Fall von 0,75 auf 1,5 Meter zu erhöhen. Anhang Nr. 83.

Die Gerstner'sche Formel führt noch zu dem Schlusse, daß die größte Kraft eines Arbeiters bei mittlerer Anstrengung in der Ruhe und für den Augenblick das Vierfache seiner Mittelkraft beträgt. Es steht ihm aber das Doppelte derselben zu Gebote, wenn er seine gewöhnliche Arbeitszeit ohne alle Geschwindigkeit thätig ist. Anhang Nr. 83.

Die schon oben angeführten Untersuchungen von Coulomb gingen vorzüglich von dem Gesichtspunkte aus, daß sich nicht das Bernoulli'sche Theorem in der Erfahrung vollkommen bewährt. Denn der Mensch wird unwillkührlich mit Zunahme der Belastung, der Geschwindigkeit oder der Foderungen überhaupt zu bedeutender r Anstrengung hingerissen. Er leistet daher für kürzere Zeiträume mehr, für längere dagegen weniger, als wenn dieses nicht der Fall wäre. Es handelt sich aber dann darum, den größten Nutzeffect, d. h. dasjenige Verhältniß, in welchem ein Arbeiter das meiste bei der verhältnißmäßig geringsten Ermüdung leistet, aufzufinden.

Gebraucht man die in dieser Hinsicht von Coulomb gegebene Formel und die von ihm für sie angenommenen Grundwerthe, so ergiebt sich, daß ein kräftiger 70 Kilogramm schwerer Arbeiter den größten Nutzeffect liefert, wenn er etwas weniger als 3/4 seines Körpergewichtes oder genauer 51,1 Kilogramm auf wagerechter Bahn forträgt. Dieser Werth beträgt fast gerade 3/4 der Körperschwere oder richtiger 52,79 Kilogramm für das Tragen auf ansteigenden Wegen oder Treppen. Geht er belastet hinauf und unbelastet hinunter, so steigt der günstigste Werth nach Coulomb[2]) auf 61,25 Kilogr. Anhang Nr. 84.

---

[1]) Hachette a. a. O. p. 58. [2]) Coulomb a. a. O. p. 405.

Diese Formeln ergeben ferner, daß die passende Belastung, die also den größtmöglichen Nutzeffect liefert, nur ungefähr $^3/_{10}$ bis $^1/_4$ des Nutzeffectes, den der vollkommen unbelastete Mensch giebt, erzeugt. Die Beschwerung verzehrt also $^7/_{10}$ bis $^3/_4$ der nützlichen Leistung. Die oben angeführten Werthe von Morin geben einen etwas größeren Verlust:

Ausführliche Mittheilungen über die Leistungen des Menschen und der Thiere finden sich in: Coulomb, a. a. O. 385—425. Hachette, Traité élementaire des machines. Seconde édition. Paris, 1819. 4. p. 24—59. Christian, Traité de mécanique industrielle. Tome I. Paris, 1822 p. 62—114. Ch. Dupin, Géometrie et Mécanique. Tome III. Paris, 1826. 8. p. 73—165. Muncke in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. V. Leipzig, 1830. 8. S. 983—1004. F. J. v. Gerstner, Mechanik. Zweite Auflage. Bd. I. Prag, 1833. 4. S. 14—72. A. Baumgartner, die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien, 1834. 8. S. 356—63 u. a. Morin, a. a. O. p. 336—341.

Die Gewohnheit übt nicht bloß die Muskeln, sondern lehrt auch die Widerstände zweckmäßig vertheilen und die passendsten Bewegungsverbindungen auswählen. Jeder Arbeiter, der zu einer neuen Beschäftigungsart übergeht, liefert daher im Anfange einen geringeren Nutzeffect als später.

262 Die Bewegungen, welche die Maschinenarbeiten des Menschen und der Thiere möglich machen, wiederholen sich meist in kürzeren oder längeren Zwischenräumen. Die Schnelligkeit, mit der dieses geschieht, bestimmt häufig die Geschicklichkeit des Arbeiters. Wie sich aber die individuellen Verhältnisse um so mehr ausgleichen, eine je größere Menge von Einzelbeobachtungen in statistischen Bestimmungen zusammengefaßt werden, wie denn beständige Mittelwerthe statt wechselnder und zufälliger Größen auftreten, so scheint auch dasselbe für die Maxima der periodischen Maschinenbewegungen des lebenden Körpers wiederzukehren. Vergleichende Beobachtungen von Babbage[1]) deuten darauf hin, daß die größten Werthe für die Zahlen der Ruderschläge des Seemanns, der Hammerstreiche des Schmiedes, der Nadelstiche der Schneider und selbst der Schritte der Menschen in verschiedenen Ländern ungefähr gleich bleiben. Die Verhältnisse der Organisation ziehen in dieser Hinsicht gewisse Grenzen, deren Schwankungen bei irgend größerer Ausdehnung der Beobachtungen ausgeglichen werden.

263 Die Tonbildung beruht ebenfalls auf einer rhytmischen Eintheilung der Zeit. Sie gesellt sich daher leicht zu jenen periodisch wiederkehrenden Bewegungen und beide erregen einander wechselseitig. Es ist kein Zufall, wenn der Mensch nach dem Takte der Musik marschirt oder tanzt und ihm gemäß seinen Schritt beschleunigt oder vergrößert, keiner, wenn der Handwerker und der Ruderer bei seiner Arbeit singt und der klangvolle Schlag der Eisenhämmer eine melodische Wirkung macht. Alle diese Bewegungen können ebenfalls, gleich den musikalischen Compositionen, gewisse Regungen des Innern durch den Wechsel ihrer Stärke oder ihrer Geschwindigkeit ausdrücken. Wir werden daher durch den Klang der Trommel angeregt und durch den Gang einer Wassermühle anders gestimmt.

---

[1]) Quetelet, über den Menschen. S. 401.

Licht.

264 **Lichtentwickelung.** — Kein Theil des lebenden Körpers des Menschen oder der höheren Thiere entwickelt Licht, das im Dunkeln mit phosphorartigem Glanze zum Vorschein käme. Befinden sich menschliche Albinos im Finstern, so verbreiten ihre Augen einen matten Schein, der jedoch eher an die Lichtreflexion eines polirten Glases, als an ein selbstständiges Feuer erinnert. Er schwindet, wenn man alles äußere Licht vollkommen abschließt. Da dasselbe in den leuchtenden Augen der Katzen, der Eulen und vieler anderer höherer Geschöpfe wiederkehrt [1]), so können wir schließen, daß alle diese Erscheinungen nur auf Lichtreflexion beruhen, nicht aber von einer wahren Lichtentwickelung des Sehorganes herrühren.

Der Pigmentmangel, der die Albinos charakterisirt, macht es möglich, daß die rothe Farbe des Blutes, das in den einzelnen Theilen des Auges strömt, stärker, als unter regelrechten Verhältnissen durchschimmert und auf dem weißen Grunde schärfer hervortritt. Personen, denen die Regenbogenhaut mangelt, zeigen bisweilen bei starkem einfallenden Lichte einen rubinartigen Glanz, der vermuthlich von derselben Ursache ausgeht.

Die Ansicht, daß das subjective Licht, welches ein Schlag auf das Auge bedingt, objectiv sei, d. h. daß es von einem anderen Menschen gesehen werden könne, beruht auf einer unrichtigen Auffassung der Verhältnisse des Sehens. Keine der Erfahrungen, welche sie angeblich unterstützen sollen, kann die Schärfe der wissenschaftlichen Kritik aushalten. Das Licht, das man aus einem auf dem Isolirschemel stehenden Menschen bei dem Elektrisiren entlockt, gehört natürlich nicht zu den organischen Erscheinungen, denn jeder todte Leiter bietet das Gleiche dar.

265 Die Fäulniß organischer Körper erzeugt bisweilen Verbindungen, die an der Luft von selbst leuchten. Das faulende Holz bietet uns ein sehr gewöhnliches Beispiel der Art dar. Präparirt man in warmen südlichen Gegenden Sepienknochen oder Skelette von Fischen, so kann man sie häufig des Nachts in dem schönsten phosphorigten Lichte glänzen sehen. Menschliche Leichen bedingen das Gleiche nur in seltenen Ausnahmsfällen in nördlichen Klimaten.

266 Eine Beobachtung der Art, die in England gemacht worden, wurde von D. und R. Cooper [2]) zu genaueren Untersuchungen benutzt. Die leuchtenden Theile waren hier so klein, daß sie Moleeularbewegung unter dem Mikroskope darboten. Ihre Phosphorescenz erhielt sich fünf Tage in Sauerstoff, Wasserstoff oder Stickstoff, wurde durch Phosphorwasserstoff oder Kohlenoxyd nicht geschwächt, nahm unter Kohlensäure merklich ab und hörte im luftleeren Raume, in Chlor oder Schwefelwasserstoff gänzlich auf. Wurde aber atmosphärische Luft in den ausgepumpten Behälter eingelassen oder Sauerstoff in den mit Kohlensäure gefüllten Raum geleitet, so kehrte die Lichtentwickelung wieder. Sie erhöhte sich in comprimirter Luft oder in Sauerstoff, verschwand sogleich in ko-

---

[1]) F. E. Hassenstein, Commentatio de luce ex quorundam animalium oculo prodeunte atque de tapeto lucido. Jenae, 1836. 4. p. 5 seqq. Joh. Müller's Physiologie. Vierte Auflage Bd. I. Coblenz, 1841. 8. S. 90.

[2]) Siehe J. J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. IX. Vierte Auflage Dresden und Leipzig, 1840. 8. S. 791. 792.

chendem Wasser und erhielt sich in gefrierendem eine halbe (?), in Wasser von gewöhnlicher Temperatur eine Viertelstunde und in Weingeist nur einige Minuten. Verdünnte Säuren hoben sie bald auf, mineralische jedoch früher als pflanzliche. Schwefelsäure vernichtete sie auf der Stelle. Eine gesättigte Kochsalzlösung wirkte eben so schnell, Kalilauge aber etwas langsamer. Die Phosphorescenz erhielt sich endlich vier Tage lang in fetten Oelen.

Das Leuchten des Meeres[1]) rührt von verschiedenartigen Thieren, die sich in ihm aufhalten und schon während ihres Lebens phosphoresciren, her. Manche Landgeschöpfe bieten ähnliche Erscheinungen dar. Die Beobachtungen, welche Matteucci[2]) an der italienischen Lampyris anstellte, scheinen die Ursachen der Lichtentwickelung wenigstens dieser Geschöpfe genauer anzudeuten. Die Phosphorescenz, die sich auf einen hintern Körpertheil beschränkt, dauert noch fort, wenn dieser selbst abgeschnitten oder das Thier getödtet worden ist. Sie wird von keiner, mit dem Thermometer nachweisbaren Wärmeerhöhung begleitet, hört unter Wasserstoff nach 30 bis 40 Minuten auf, verstärkt sich in Sauerstoffgas und erhält sich hier drei Mal so lange, als in atmosphärischer Luft. Das Leuchtorgan verschluckt Sauerstoff und entbindet dafür Kohlensäure; ein vollkommener Verbrennungsproceß scheint daher hier Statt zu finden. Höhere Wärme hebt das Leuchten für immer auf.

267 Lichtwirkung. — Das Licht hat den größten Einfluß auf die Erscheinungen des organischen Lebens. Der größte Theil der Pflanzen- und der Thierwelt gedeiht unter seinem mächtigen Schutze. Das edelste Sinnesorgan, das Auge, ist ausschließlich für seine Wirkungen berechnet. Die Nachtzeit wird daher auch zu der allgemeinen Zeit des Schlafes[3]), in dem sich der große Vermittler der Außenwelt und des Geistes schließt. Wer die Wirkungen des Lichtes kennen gelernt, weiß ihren Verlust in gebührender Weise zu schätzen. Während Blindgeborne heiter und fröhlich erscheinen, sind Menschen, die später blind geworden, der Krone ihrer Lebensfreuden beraubt. Der rasendste Tobsüchtige beruhigt sich, sobald man ihn in einen finstern Raum einsperrt. Hat er diese Strafe ein Mal überstanden, so reicht oft die bloße Drohung ihrer Wiederholung hin, ihn zur Ruhe zu bringen.

Die wärmeerregenden Eigenschaften des Lichtes machen auch ihre Einflüsse für den Menschen geltend. Die Thätigkeiten seiner Hautausdünstung und seiner Ernährung können durch sie wesentlich verändert werden. Die Verschiedenheit der Hautfarbe unter den mannigfachen Klimaten hängt mit diesen Erscheinungen, wie wir sehen werden, zusammen.

Wärme.

268 Thierische Wärme. — Die Wärme des Menschen, der Säugethiere und der Vögel übertrifft immer die Temperatur der Luft kälterer

[1]) Siehe C. D. Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Berlin, 1835. 4. J. L. F. Will, Horae Tergestinae oder Beschreibung und Anatomie der bei Triest beobachteten Okalephen. Leipzig, 1844. 4. S. 57. 58.

[2]) C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi. Parte prima. Pisa, 1844. 8. p. 97 — 114.

[3]) J. Kidd, on the adaptation of external Nature to the physical Constitution of Man. London, 1837. 8. p. 83 fgg.

oder mäßiger Klimate in bedeutendem Grade. Niedere Wirbelthiere und wirbellose Geschöpfe dagegen pflegen diese Erscheinung nicht darzubieten Man unterscheidet deshalb warm- und kaltblütige Wesen und nennt die höhere Temperatur, welche einzelnen lebenden Thieren eigen ist und die eine Folge mancher allgemeinen Thätigkeiten ihres Organismus bildet, ihre Eigenwärme oder ihre thierische Wärme.

Die Trennung in warmblütige und kaltblütige Geschöpfe läßt sich nicht mit Schärfe durchführen. Die Eigenwärme der meisten Wirbellosen übersteigt nur um Weniges die Temperatur des Mittels, in dem sie leben. Die hierbei vorkommenden Größen schwanken verhältnißmäßig bedeutend und wechseln auch nach Verschiedenheit der Nebenumstände. Während aber die meisten Fische zu den kaltblütigen Wesen gehören, finden sich auch einzelne, deren Wärme auffallend höher, als die ihrer Umgebung, jedoch noch niedriger, wie die der Vögel und Säugethiere ausfällt.

Wir werden in der Folge sehen, daß die Lebenserscheinungen eines jeden Geschöpfes eine gewisse Menge von Wärme erzeugen. Sie ist zwar in verschiedenen Thieren absolut genommen verschieden. Allein auch Nebenumstände, wie die Größe, der Aufenthalt und die Ruhe oder Thätigkeit der Geschöpfe machen sich in solchem Grade geltend, daß fast jedes allgemeinere auf zoologischen Grundlagen ruhende Gesetz bei näherer Prüfung unhaltbar wird.

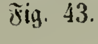
269 Alle Gebilde, die Blutgefäße und Nerven besitzen, können als Erzeuger der thierischen Wärme angesehen werden. Sie theilen ihre Temperatur, so weit es möglich ist, ihrer Nachbarschaft mit. Die Oberhaut, die Nägel, die Haare empfangen sie daher erst in Folge ihrer günstigen Stellung. Die Speisen und Getränke, die wir genießen, die Luft, welche wir einathmen, die Atmosphäre, die sich unmittelbar an unserer Haut befindet, und die Kleider, mit denen diese bedeckt ist, erwärmen sich, so weit es angeht, auf Kosten der durch unsere inneren Organe erzeugten Wärmequelle. Sie müssen aber, da sie meist mit kälteren Umgebungen in Verbindung stehen, niedriger temperirt sein. Der Einfluß dieser Außenverhältnisse wird um so eher in das Innere unseres Körpers vordringen, je mehr sich die Temperatur, in der wir leben, von unserer Eigenwärme unterscheidet.

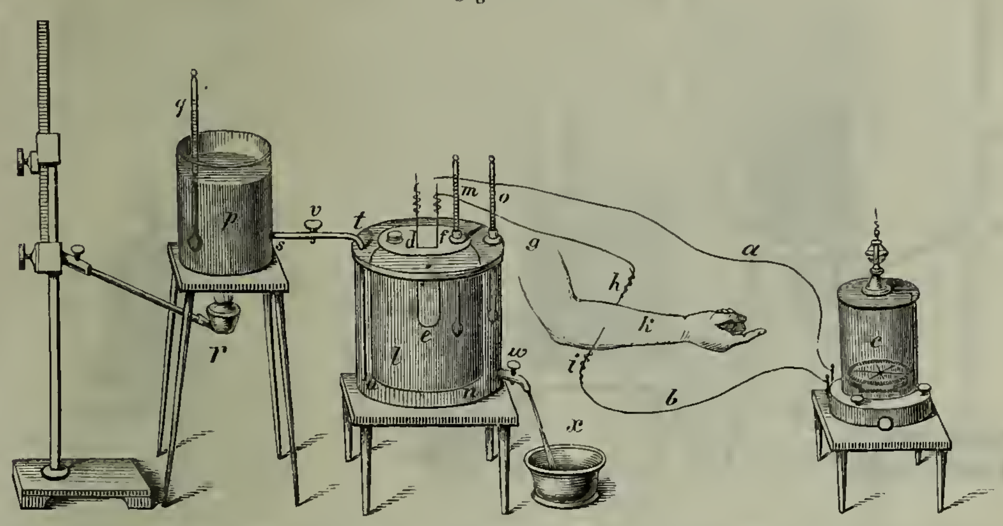
270 Die Erfahrung lehrt, daß die meisten inneren Organe des Menschen eine ziemlich beständige Eigenwärme, die 37° C. nahe liegt, darbieten. Erreicht nicht die Kälte der Luft einen zu hohen Werth, so erhält sich die thierische Wärme der Haut zwischen 32° C. und 36°5 C. Die Haare und die Kleider besitzen meist niedere; die frisch entleerten Secrete und die ausgeathmete Luft aber höhere Wärmegrade, als unsere äußere Körperoberfläche.

Die genaue Erforschung der Wärmegrößen stößt auf mancherlei Schwierigkeiten. Will man sie mittelst des Thermometers ermitteln, so muß man ein Instrument wählen, dessen Quecksilbersäule die größte gegebene Höhe in möglichst kurzer Zeit erreicht. Nur kleine Kugeln mit sehr dünnen und gleichförmigen Höhlungen der Anzeigeröhren sind im Stande, diese Forderung zu erfüllen. Man kann sich dann bloß die Skale für den Raum von 25 bis 45° C., dafür aber in Bruchtheilen eines jeden Grades bestimmen lassen. Sollen die Werthe, die man erhält, vergleichbar bleiben, so müssen nicht die Gradzahlen nach dem Kochpunkte des Verfertigungsortes, sondern nach dem des Meeresspiegels angegeben sein, oder mittelst einer Tabelle auf diesen zurückgeführt werden können. Man gebraucht

dann die Kugel nach Maaßgabe der Umstände ohne Ueberzug oder mit einer Bekleidung von Baumwolle, hat sich jedoch immer zu hüten, daß nicht die ungleiche Erwärmung, die Verdunstung und andere Störungen unrichtige Resultate bedingen. Ein zweites Thermometer gewöhnlicher Art muß über die Temperatur des Mittels, in dem sich das thierische Wesen befindet, Aufschluß geben.

Eine andere Methode, die Breschet und Becquerel [1]) zuerst gebraucht haben, fußt auf der Anwendung des thermoelektrischen Multiplicators. Fig. 43. zeigt uns den


Fig. 43.



Apparat, dessen sich die genannten Forscher bedienten. *a* und *b* sind zwei Kupferdräthe, die von dem Thermomultiplicator *c* ausgehen. *de* ist eine Kupfernadel, welche an ihrem einen Ende *e* mit der Stahlnadel *ef* zusammengelöthet ist. Beide bilden eine hufeisenartige Biegung. *de* wird in das spiralig eingerollte Ende des Kupferdrathes *a* und *f* in das ebenfalls eingerollte Ende eines Stahldrathes *g* fest eingesteckt. Eine zweite Nadel *hi* besteht auf gleiche Weise aus einem Stahldrathe *h* und einem mit ihm zusammengelötheten Kupferdrathe *i*. Sie ist mindestens 1 Decimeter lang und ungefähr ½ Millimeter dick, und wird in den thierischen Theil, den man prüfen will, so eingesenkt oder durchgestochen, daß die Löthungsstelle innerhalb desselben zu liegen kommt. Sie geht deshalb z. B. durch den Vorderarm *k* hindurch. Ihr Stahlende *h* wird wiederum fest in das schraubig eingerollte Ende des Stahldrathes *g* und das Kupferende *i* in den Kupferdrath *b* eingeschoben. Der Thermomultiplicator muß dann den Wärmeunterschied der beiden Löthstellen, *e* und der Mitte von *ai*, angeben.

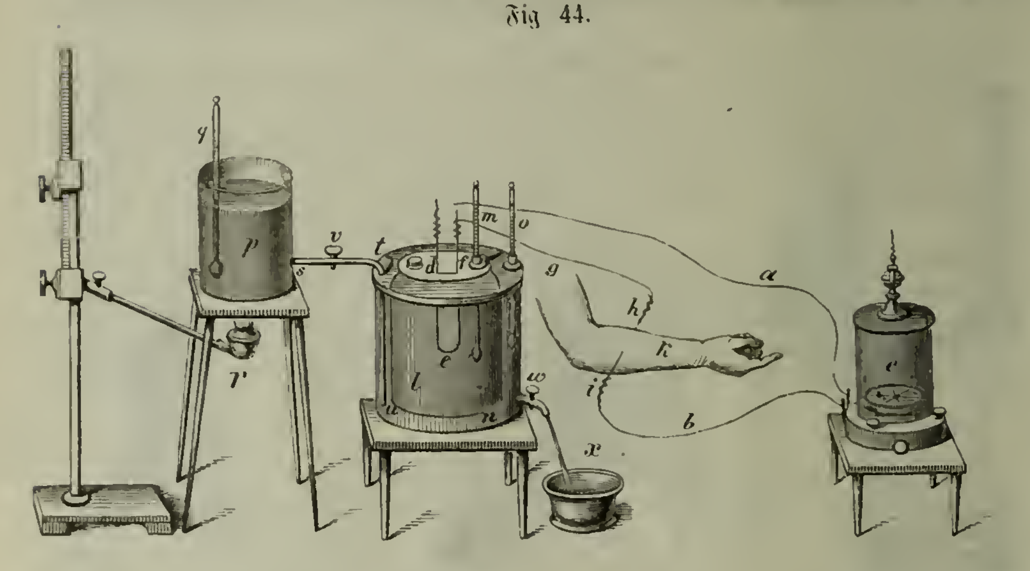
Eine einfache Nebenvorrichtung dient, die eine Löthnadel innerhalb einer beständigen Temperatur zu erhalten. Ein kleines, innen mit Blei ausgefüttertes Holzgefäß *l*, das durch einen Deckel verschlossen werden kann, wird mit Wasser von ungefähr 50° C. gefüllt. Man läßt es dann allmählig bis zu einem bestimmten beabsichtigten Wärmegrade, z. B. 36° C., den ein durch den Deckel gehendes Thermometer *m* anzeigt, erkalten. Der Letztere hat außerdem noch die nöthigen Oeffnungen für den Durchgang der Kupferstahllöthung *defi*, und wenn er breiter als *l* ist, für das Thermometer *o*. Das Gefäß *l* kommt nämlich in ein zweites Gefäß *n*, das ebenfalls warmes Wasser und zwar ungefähr von 40° C. enthält. Ein zweites Thermometer *o* zeigt den Wärmestand dieser Flüssigkeit an. Die Regulation des Apparates wird aber auf folgende Art möglich gemacht.

Ein drittes mit Wasser gefülltes Gefäß, *p*, dessen Temperatur das Thermometer *q* angiebt, wird durch eine untergesetzte Lampe *r* warm gehalten. Die Abzugsröhre *s* ist

[1]) Annales des sciences naturelles. Zoologie. Seconde Série. Tome III. Paris, 1834. 8. pag. 260.

bei *t* knieförmig gebogen und reicht fast mit ihrem unteren Ende *u* bis zu dem Boden des Gefäßes *n*. Ein Hahn *r* macht es möglich, daß man nach Belieben Wasser von *p* aus durch *s t u* nach *n* hinüberführen kann oder nicht. Beginnt also die Flüssigkeit in *n* zu erkalten, so leitet man neues Wasser durch die Oeffnung des Hahnes *r* ein. Da es in *p* wärmer gehalten ist, so durchsetzt es von *u* aus die ganze in *n* befindliche Wassermasse bis zu ihrem Spiegel. Das Ueberschüssige wird durch den Hahn *w* in das

Fig 44.



Aufnahmegefäß *x* abgelassen. Das äußere Wasser in *n* macht es dann möglich, daß man die Temperatur der in *l* enthaltenen Flüssigkeit und des Löthungsdrathes *d e f*, der in ihr eingetaucht ist, beständig erhält.

Man muß sich, ehe man zu den Versuchen über die Wärme des Menschen schreitet, durch Nebenbeobachtungen eine Tabelle entwerfen, um wie viel die Magnetnadel abweicht, wenn die Wärme in *d e f* bei 36° C. bleibt, in *h i* dagegen von 30° C. bis 40° C. steigt Ein guter Thermomultiplicator zeigt hierbei noch $^1/_{10}$ Grad unmittelbar an. Abweichungen, welche die später *h i* umgebenden menschlichen Theile liefern, lassen sich dann auf diese Weise in Wärmegrade übersetzen.

271 Stellen wir die wichtigsten Beobachtungen älterer und neuerer Forscher [1]), welche über die Eigenwärme des Menschen ohne besondere Berücksichtigung der Nebenbedingungen des Alters, der Racen oder des Klima vorliegen, zusammen, so erhalten wir im Ganzen die in der folgenden Tabelle verzeichneten Werthe. Sie wurden der Bequemlichkeit der Vergleichung wegen in den drei gebräuchlichsten Thermometerskalen ausgedrückt und beziehen sich auf Temperaturen der Luft, die ungefähr zwischen 12° und 25° C. liegen. Die mittelst des Thermomultiplicators gefundenen Größen sind mit Sternchen bezeichnet.

---

[1]) Vergl. Berger, in den Mémoires de la société de Physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome VI. 1833. 4. pag. 383. Repertorium Bd. I. S. 28. Bd. II. S. 44. Bd. III. S. 39. Bd. IV. S. 33. Bd. V. S. 46. Bd. VI. S. 58 und Bd. VII. S. 63. A. Gierse, Quaenam sit ratio caloris organici investigatur. Halae, 1842. 4.

Nr.	Theil des Menschen.	Grade nach Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.	Bemerkungen.	Beobachter.
I.	Aeußere Haut					
	a. Mitte der Fußsohle	32°,26	25°,81	90°,08	Die Eigenwärme wurde des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen, ehe der Körper bekleidet war, an einem und demselben Menschen bestimmt. Nur die Unterfläche der sonst geschützten Thermometerkugel berührte die Haut. Temperatur der Luft = 21°1 C. = 70° F.	J. Davy.
	b. In der Nähe der Achillessehne	33°,85	27°,08	93°,00		
	c. Mitte der Vorderfläche des Unterschenkels	33°,05	26°,44	91°,50		
	d. Mitte der Waden	33°,85	27°,08	93°,00		
	e. Kniekehle	35°,00	28°,00	95°,00		
	f. Mitte des Oberschenkels	34°,40	27°,52	94°,00		
	g. Der Mitte des Rectus femoris entsprechend	32°,75	26°,20	91°,00		
	h. An der Schambuge	35°,80	28°,64	96°,50		
	i. Ungefähr ¼ Zoll unter dem Nabel	35°,00	28°,00	95°,00		
	k. An der sechsten linken Rippe an der Stelle des Herzschlags	34°,40	27°,52	94°,00		
	l. An der sechsten rechten Rippe	33°,85	27°,08	93°,00		
	m. Achselhöhle	36°,497	29°,198	97°,695	Mittel von 505 Individuen	
	Mittel der äußeren Haut	34°,225	27°,380	93°,605		
II.	a. Unter der Zunge	37°,310	29°,848	99°,158	Mittel von 134 Personen. Mittlere Lufttemperatur = 24°,2 C.	J. Davy.
	b. Desgleichen	37°,085	29°,668	98°,753	Nach 31 Bestimmungen	Berger.
	c. Desgleichen	37°,135	29°,748	98°,843	Nach 40 an sich selbst gemachten Beobachtungen, bei 19° bis 25° C. der Luft	Gierse.
	Mittel unter der Zunge	37°,177	29°,742	98°,918		
III.	* a. Unterhautzellgewebe	34°,77	27°,82	94°,58		Breschet u Becquerel.
	* b. Desgleichen	35°,52	28°,42	95°,94		
	Mittel des Unterhautzellgewebes	35°,14	28°,11	95°,25		
IV.	* a. Zweiköpfiger Armmuskel	36°,77	29°,42	98°,19		
	b. Desgleichen	37°,00	29°,60	98°,60		

Nr.	Theil des Menschen.	Grade nach			Bemerkungen.	Beobachter.
		Celsius.	Réaumur.	Fahrenheit.		
	Mittel des Muskels	36°,89	29°,51	98°,40		
V.	a. Im Endtheile des Mastdarms	36°,90	29°,52	98°,42	Mann	J. Hunter.
	b. Desgleichen	39°,00	31°,20	102°,20	Mann	Berger.
	c. Desgleichen	38°,15	30°,52	100°,67	Mittel von 2 Mädchen von 19 u. 25 Jahren	Berger u. Maunoir.
	Mittel des Mastdarms	38°,01	30°,41	100°,42		
VI.	a. Scheide	38°,30	30°,64	100°,94	Mittel von 2 Mädchen von 19 u. 25 Jahren in einer Tiefe von 5 bis 12 Centimeter	Berger u. Maunoir.
	b. Desgleichen	37°,91	30°,33	100°,24	Mittel von 14 Beobachtungen an Personen von 21 bis 45 Jahren	Gierse.
	Mittel der Scheide	38°,11	30°,49	100°,59		
VII.	Harnröhre	36°,10	28°,88	97°,00	Bei einem Manne bis zum Bulbus urethrae	J. Hunter.
VIII.	Harnblase (und Urin)	38°,60	30°,88	101°,48	Mittel von 5 Beobachtungen an 5 Mädchen von 17,4 Jahren mittleren Alters	Berger.
IX.	a. Harn	39°,40	31°,52	103°,00	Mann	Hales.
	b. Desgleichen	34°,55	27°,64	94°,25	Mann	Braun.
	c. Desgleichen	37°,15	29°,72	98°,70	Mann	De Lisle.
	Mittel des Harns	37°,03	29°,63	98°,65		
	Mittel aller inneren Theile mit Ausnahme des Harns (Nr. II. bis Nr. VIII.)	37°,254	29°,803	99°,053		

272 Halten wir uns zunächst an die thermometrischen Bestimmungen, so sehen wir, daß innere Röhren und Behälter, wie der Mastdarm, die Scheide und die Harnblase, welche den Wärmemesser vollkommen umschließen können, die höchsten Werthe der Eigenwärme, nämlich etwas mehr, als 38° C., geben. Ihre Absonderung, z. B. der Harn, hatte zwar im Mittel eine etwas niederere Temperatur. Allein es frägt sich, ob nicht die Abkühlung, die schon während des Messens eintritt, die Hauptursache dieser Erscheinung bildete. Der wärmste Theil der äußeren Haut, die ziemlich verborgen liegende Achselhöhle, erreicht nur 36°5 C., mithin un=

gefähr $1^1/_2{}^0$ C. weniger, als der Mastdarm und die Scheide. Die Abkühlung, der sie fortwährend unterworfen ist, scheint sich sogar auf das Unterhautzellgewebe und selbst die Muskeln fortzupflanzen. Denn wenn auch durchschnittlich die thermomagnetischen Bestimmungen kleiner, als die thermometrischen ausfallen, so kann es doch nicht der bloße Unterschied der Prüfungsmethode bedingen, daß wir hier nur 35°,14 C. als Mittel erhalten. Die geschützteren und zugleich blutgefäßreicheren Muskeln bieten dagegen 36°9 C. dar.

Diese Verhältnisse bestättigen sich auch in den meisten Einzelbeobachtungen, welche Breschet u. Becquerel [1]) an 3 Männern vergleichungsweise anstellten Es ergab sich:

	Mann von		
	20 Jahren.	20 Jahren.	55 Jahren.
Zellgewebe des Knöchels	»	34°,50 C.	»
Desgleichen am Brustmuskel	»	34°,50 C.	»
Unterhautzellgewebe des Oberarmes . .	34°,70 C.	35°,45 bis 35°,50 C.	35°,33 C.
Zellgewebe der Leiste	»	35°,58 C.	»
Mundhöhle	36°,80 bis 36°,95 C.	36°,70 bis 37°,10 C.	37°,00 C.
Brustmuskel	»	36°,75 C.	»
Muskeln in der Nähe des Knöchels . .	»	36°,75 C.	»
Zweiköpfiger Armmuskel	36°53 C.	36°,83 C.	36°,77 bis 36°,90 C.
Weichgebilde am Knöchel	»	36°,90 C..	»

Das Blut war nach jenen Forschern in der Aorta des Hundes 0°,84 C. und in der Schenkelschlagader 0°,84 bis 1,12° C. wärmer, als in der Hohlvene in der Nähe des Herzens. Die Carotis hatte in dieser Hinsicht 0°,84 C. mehr, als die Schenkelvene in der Mitte ihres Verlaufes. Der rechte und der linke Vorhof des Huhnes zeigen einen Unterschied von 0°,30 C.

Da Breschet und Becquerel fanden, daß das Blut in der Carotis 0°,14 C. wärmer, als in der Schenkelschlagader und in der Jugularvene 0°,28 C. höher temperirt, als in der Schenkelblutader war, so schlossen sie hieraus, daß dessen Eigenwärme nach dem Herzen hin zunehme.

Eine größere Reihe innerer Organe ist bis jetzt noch nicht am Menschen genauer geprüft worden. Die Beobachtungen, welche Berger am Schaafe angestellt, geben in dieser Hinsicht eine vollständige Uebersicht für den Organismus eines Säugethieres, so weit dieses mittelst Thermometeruntersuchungen möglich ist. Es fand sich hierbei:

Theil.	Temperat. in Celsiusgraden.	Theil.	Temperat. in Celsiusgraden.	Theil.	Temperat. in Celsiusgraden.
Unterhautzellgewebe	37°,35	Arterienblut	40°,61	Rechter Vorhof	41°,40
Venenblut	39°,55	Mastdarm	40°,67	Lungen	41°,40
Gehirn	40°,25	Linker Vorhof	40°,90		
Pförtner	40°,30	Leber	41°,25		

[1]) Breschet und Becquerel a. a. O. p. 268 — 270.

Der größte und der kleinste Werth weicht mithin hier um 4°,05 C. oder ungefähr 1/9 bis 1/10 des Ganzen ab.

273 Die Racenverschiedenheit des Menschen ändert seine Eigenwärme in keiner wesentlichen Art. Dieß erhellt aus den in der nachfolgenden Tabelle verzeichneten Mittelwerthen, welche J. Davy [1]) am Cap der guten Hoffnung, auf Isle de France und auf Ceylon erhalten hat.

Nro.	Individuum.	Eigenwärme in Celsinsgraden. unter der Zunge.	in der Achselhöhle.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.	Größter Unterschied zwischen dem gefundenen Maximum und Minimum.	Mittlere Temperatur der Luft während der Untersuchung.
I.	Erwachsene Engländer am Cap der guten Hoffnung . . .	37°,32	»	»	»	13°,55 C.
II.	desgl. auf Isle de France . .	36°,87	»	»	»	23°,30
III.	desgl. auf Ceylon	37°,33	»	»	»	23°,38
IV.	Hottentotten am Cap . . .	37°,32	»	5	1°,65 C.	13°,55
V	Neger auf Isle de France und Ceylon	37°,04	36°,78	5	0°,55	24°,70
VI.	Singalesen auf Ceylon . . .	38°,24	»	6	0°,81	26°,10
VII.	Negeralbinos auf Ceylon . .	38°,60	»	4	0°,41	26°,10
VIII.	Mulatten auf Ceylon . . .	38°,18	37°,33	7	1°,10 u. 0°,83	25°,55
IX.	Eingeborene von Ceylon . .	37°,06	36°,57	3	0°,27 u. 0°,55	24°,44
X.	Stamm der Vedas auf Ceylon	36°,76	35°,4	3	0°,27 u. 0°,55	25°,55
XI.	Malaien auf Ceylon	37°,15	36°,96	4	0°,55	25°,55
XII.	Seroys von Madras auf Ceylon	37°,03	35°,92	6	1°,11 u. 1°,66	26°,66

Der Unterschied des Maximum 38°60 C. und des Minimum 36°76 C., das unter der Zunge angetroffen wurde. (nämlich 1°48 C.), findet sich schon, wenn man an Menschen derselben Race Versuche anstellt. Die Hottentotten ergaben sogar in dieser Hinsicht, wie Nro. IX. zeigt, 1°65 C.

274 Obgleich die Menge der Beobachtungen, welche über die Eigenwärme des Menschen vorliegen, ziemlich groß ist, so reicht sie doch nicht hin, um die Einflüsse des Geschlechtes, der Tages- und Jahreszeit, der Körperconstitution und ähnlicher Nebenverhältnisse sicher nachzuweisen. Bedenkt man, daß die verschiedenen Zustände des geprüften Individuum die thierische Wärme in höherem Grade, als jene Bedingungen ändern, so erklärt sich diese Lücke von selbst. Nur große Reihen statistischer Erfahrungen könnten die sich hier darbietenden Schwierigkeiten überwinden.

275 Zieht man aber die später zu erläuternden Einflüsse, welche die Ernährungserscheinungen auf die thierische Wärme ausüben, in Betracht, so läßt sich als wahrscheinlich annehmen, daß durchschnittlich die Frau ge-

[1]) Berger a. a. O. p. 276–303.

ringere Temperaturen, als der Mann besitzen wird. Ein Mensch, der kräftig gebaut ist, viel ißt und geht oder arbeitet, alle Eindrücke lebhaft auffaßt und in einer mäßig warmen Luft lebt, muß in dieser Hinsicht günstigere Verhältnisse, als wenn das Gegentheil Statt findet, darbieten. Sehr fette Leute geben im Allgemeinen weniger Wärme ab und frieren daher auch in geringerem Grade, als magere. Ein kleines Individuum befindet sich in dem gleichen Falle einem größeren gegenüber im Nachtheil. Machen die Schutzmittel keine Unterschiede, so wird die Eigenwärme im Schlafe niedriger, als im Wachen ausfallen.

Gierse [1]) suchte in einer eigenen Beobachtungsreihe die Wärme unter der Zunge nach Verschiedenheit der Tageszeiten zu bestimmen. Seine Mittelgrößen sind:

Tageszeit.	Mittlere Wärme unter der Zunge in Celsiusgraden.	Zahl der Beobachtungen.	Tageszeit.	Mittlere Wärme unter der Zunge in Celsiusgraden.	Zahl der Beobachtungen.
Nachts von 11 bis 2 Uhr	36°,81	2	Vor dem Essen	37°,13	3
Früh vor dem Frühstück von 6 bis 8 Uhr	36°,89	9	Nach demselben	37°,50	3
Früh nach dem Frühstück von 6 bis 8 Uhr	37°,08	3	Nachmittags zwischen 3 und 6 Uhr	37°,43	6
Vormittag zwischen 9 und 11 Uhr	37°,23	6	Abends zwischen 6 und 10 Uhr	37°,29	6

Obgleich die geringe Zahl der Versuche keine allgemeinen Schlüsse über den Einfluß der einzelnen Tageszeiten gestattet, so erhellt doch wenigstens aus ihnen, daß meist die Eigenwärme des Nachts und früh vor dem Frühstück geringer, als Nachmittags und Abends ausfällt. Sie erhöhte sich, wie man sieht, nach dem Essen, wo sie überhaupt ihr Maximum erreichte, um 0°,37 C.

276 Säuglinge und sehr alte Leute stimmen darin mit einander überein, daß ihr Körper leicht abkühlt. Sie bedürfen daher eines verhältnißmäßig bedeutenderen Schutzes der Bekleidung, als der Erwachsene mittleren Alters. Der Neugeborene verhält sich natürlich im Augenblicke, wo er zur Welt kommt, wie ein Secret, das aus dem Körper gestoßen wird. Er hat daher eine Temperatur, welche der der Innengebilde der Mutter nahe steht. Lebt er nicht fort, so kühlt sein Körper rasch ab. Ist aber seine Luftathmung eingeleitet, so steigt seine durchschnittliche Hautwärme in geringem Grade und kann noch im Kindesalter eine etwas bedeutendere Größe, als im Erwachsenen erreichen. Greise dagegen haben meist noch hohe Grade von Eigenwärme. Sinkt auch ihre Temperatur aus den oben angeführten Gründen, so beträgt doch nur der durchschnittliche Unterschied in der Achsel- oder der Mundhöhle 0°,3 bis 0°,6 C.

---

[1]) A. Gierse, Quaenam sit ratio caloris organici partium inflammatione laborantium, febrium, vaginae in feminis menstruis et non menstruis, hominis dormientis et non dormientis et denique plantarum, investigatur experimentis ab aliis et a memet ipso institutis. Halae, 1842. 8. p. 41. 42.

Die Untersuchungen von Chisholm und J. Davy belegen das Gesagte in anschaulicher Weise. Wir haben für die Eigenwärme der Achselhöhle:

Nro.	Individuum.	Mittlere Wärme der Achselhöhle nach Chisholm in Celsiusgraden.	Nro.	Individuum.	Mittlere Wärme der Achselhöhle nach J. Davy in Celsiusgraden.
I.	Drei weiße Kinder von 15,5 Jahren mittleren Alters . . .	36°,85	IV.	Neugeborner . . .	36°,94
			V.	Dasselbe Kind 12 St. nach der Geburt .	37°,22
II.	Drei farbige Kinder von 4⅓ Jahren mittleren Alters . . .	36°,20	VI.	Dasselbe Kind 3 Tage nach der Geburt .	37°,22
III.	Erwachsene beider Racen	35°,93	VII.	Erwachsener . . .	36°,50
			VIII.	12jähriges eingeborenes Kind von Sutfragan auf Ceylon	35°,83
			IX.	Fast 100jähriger Eingeborener von Sutfragan	35°,89

J. Davy [1]) prüfte auch noch in der Folge die Eigenwärme der Mundhöhle sehr alter Leute. Die Zahl der Pulsschläge ist zum Vergleich hinzugefügt.

Individuum.	Alter in Jahren	Wärme unter der Zunge in Celsiusgraden	Zahl der Pulsschläge in der Minute.	Temperatur der Luft in Celsiusgraden.	Individuum	Alter in Jahren	Wärme unter der Zunge in Celsiusgraden.	Zahl der Pulsschläge in der Minute.	Temperatur der Luft in Celsiusgraden.
Frau	76	37°,4	80	6°,7	Mann	88	37°,5	56	15°,5
desgl.	»	36°,6	70	12°,8	Mann	89	37°,5	70	12°,2
desgl.	»	36°,9	78	15°,5	desgl.	»	36°,0	64	13°,5
Mann	87	36°,9	84	13°,9	Mann	91	36°,9	56	11°,1
Frau	87	36°,9	88	12°,2	desgl.	»	37°,5	»	15°,6
Mann	88	35°,5	44	6°,7	Mann	95	36°,9	56	13°,9
desgl.	»	36°,6	70	12°,8	Mittel ·	86,2	36°,86	68	12°,5

Die mittlere Wärme der Achselhöhle des Greises Nro. IX. der ersten Tabelle war nur 0°,61 C. geringer, als die des Erwachsenen. Erinnern wir uns, daß wir als Durchschnittswerth der Temperatur unter der Zunge 37°,18 C. erhielten (§. 271), so weicht der für die Greise von 86,2 Jahren mittleren Alters gefundene Werth von 36°,86 C. um 0°,32 C. ab.

Roger [2]) fand bei Neugeborenen, die eben zur Welt gekommen waren, 37°,25 C., einige Zeit später dagegen 35°,50 C. Vier und zwanzig Stunden nach der Geburt ergaben sich 37°,05 C., im Laufe der ersten Woche 37°,08 C. und zwischen 4 Monaten und 14 Jahren 37°,21 C.

[1]) Philosophical Transactions. London, 1844. 4. P. I. p. 62. Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XIII. p. 178 fgg.

[2]) Roger in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nr. 630. S. 217.

277 Die Höhe des Ortes über dem Meeresspiegel scheint keine wesentliche Wirkung auf die Größen der Eigenwärme auszuüben. Breschet und Becquerel[1]) fanden in Martigny (476 Meter) 36°90 C. und auf dem St. Bernhard (2193 Meter) 36°,95 C. für den zweiköpfigen Armmuskel eines und desselben 20jährigen Mannes. Der eines Arbeiters, welcher schon 4 Jahre auf jenem Berge lebte, ergab 36°,80 C. Die beiden Schenkelbeuger eines Hundes zeigten in Martinach 38°70 C. und 38°80 C., und auf dem St. Bernhard 38°60 und 38°70 C. Ein Höhenunterschied von mehr als 1,7 Kilometer rief daher noch keine Abweichung beständiger Art hervor. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Eigenwärme durch die höchsten Berge des Erdballes geändert zu werden vermag.

278 Die Wirkungen, welche die Temperatur der Luft ausübt, lassen sich schwer bestimmen, weil die Gegenthätigkeiten des Organismus in bedeutenderen Wärme- oder Kältegraden, die Schweißbildung, der Bewegungstrieb und ähnliche Erscheinungen die Verhältnisse durchgreifend ändern. Da wir die Folgen, welche die äußersten Wärmegrenzen darbieten, in der Folge betrachten werden, so können wir uns hier nur auf die Einflüsse des Klima oder gewöhnlicher künstlicher Bedingungen beschränken.

Statistische Erfahrungen deuten an, daß die mittlere Wärme des menschlichen Körpers, der sich aus heißen Klimaten in kalte begiebt oder aus diesen nach jenen reist,. langsam sinkt oder steigt. Die Unterschiede sind immer im Ganzen gering, wechseln aber ihrer Größe nach in den verschiedenen Individuen Eydoux und Souleyet[2]) fanden, daß sich nur die durchschnittliche Eigenwärme am Cap Horn bei 59° südlicher Breite und 0° C. der Luft um 1° C. verminderte. Ungefähr 4000 Einzelerfahrungen lagen ihren statistischen Bestimmungen zum Grunde.

279 Halten sich nicht einzelne Körpertheile in einem kalten oder warmen Bade zu lange Zeit auf, .so wiederholen sich ähnliche Erscheinungen. Breschet und Becquerel[3]) bemerkten bei ihren thermomagnetischen Beobachtungen, daß die Temperatur des zweiköpfigen Armmuskels, wenn das Glied eine Stunde lang in gefrierendem Wasser gehalten wurde, um 0°,2 C. sank. Sie stieg um 0°,2 C. durch einen viertelstündigen Aufenthalt in Wasser von 42° C. Blieb aber der Mensch 10 Minuten lang in einem Wasserbade von 49° C., so erhöhte sie sich um 0°4 C. und sank später, als er in die Luft zurückkehrte, auf ihren früheren Stand zurück. Verweilte dagegen ein Zweiter 20 Minuten hindurch in einem Wasserbade von 42°5 C., so änderte sich gar nicht seine Eigenwärme.

280 Theile, die unmittelbar den Einflüssen des umgebenden Medium ausgesetzt sind, folgen Schwankungen der äußeren Einwirkungen in höherem Maaße. Dieser Satz erhellt aus den Versuchen, die Berger an der Harnröhre des Mannes anstellte. Sie wurde, nachdem sie im Freien

---

[1]) Breschet und Becquerel, Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome IV. Paris, 1835. 8. p. 385.
[2]) Eydoux u. Souleyet Ebendaselbst, Tome IX. Paris, 1838. p. 190.
[3]) Breschet u. Becquerel Ebendaselbst, Tome IX. p. 271—80.

33°33 C. angegeben, in Wasser von verschiedener Temperatur gebracht. Bestimmte man nun ihre Wärme, so ergab sich:

Theil	Temperatur des Wassers in Celsiusgraden.	Dauer der Berührung in Minuten.	Wärme in Celsiusgraden	Theil.	Temperatur des Wassers in Celsiusgraden.	Dauer der Berührung in Minuten.	Wärme in Celsiusgraden.
Harnröhre, 3 Centimeter über ihrer Mündung	10°,0	»	14°,44	Harnröhre, 3 Centimeter über ihrer Mündung	47°,78	»	39°,03
desgleichen	18°3	1	26°,11	Oberfläche der Eichel	47°, 7	»	40°,00
desgleichen	45°,0	2	38°,05				

Wirken bedeutende Kältegrade längere Zeit hindurch, so verbreitet sich die Abkühlung in immer tiefer gelegene Organe, bis endlich die ergriffenen Theile örtlich absterben oder der Mensch im Ganzen erfriert.

281 Die unmittelbare Erfahrung lehrt schon, daß Bewegung und körperliche Arbeit, mithin die Thätigkeit der Muskeln und deren nothwendige Folgen, die Eigenwärme erhöhen. Versuche können dieses durch genauere Zahlenbelege erhärten.

Betrachten wir wiederum die Ergebnisse der thermomagnetischen Untersuchungen, so stieg nach Breschet und Becquerel[1]) die Eigenwärme des zweiköpfigen Armmuskels um 0°5 C., wenn ihn der Mensch mehrere Male hinter einander zusammenzog. Sägte er 5 Minuten lang Holz, so erhob sie sich um 1° C. Thermometerbeobachtungen von J. Davy[2]) lehrten, daß anhaltende Fußbewegung die Eigenwärme der Haut, der Mundhöhle und des Harnes vergrößert. Andere Verhältnisse, die ebenfalls die Wirkungen des Kreislaufes und der Athmung verstärken, ziehen die gleichen Folgen nach sich.

282 Obgleich die Gebärmutter mehr Blut während der Schwangerschaft führt, und eine größere Thätigkeit zu jener Zeit entwickelt, so stimmen doch die von Fricke[3]) und Gierse[4]) gemachten Erfahrungen darin überein, daß hierdurch die Wärme der Scheide nicht erhöht wird. Die Resultate dagegen, welche menstruirende Individuen ergeben, weichen in dieser Beziehung von einander ab. Gierse fand so gut als keinen Unterschied, Fricke dagegen eine Erhöhung von 0°,3 C.

Stellen wir die einzelnen Temperaturwerthe, welche die genannten Forscher ermittelten, zusammen, so erhalten wir:

---

[1]) Breschet u. Becquerel, Annales des sciences naturelles. T. III. Paris, 1835. 8. p. 272. 273.

[2]) Annales de Chimie a. a. O. p. 185. 186.

[3]) Fricke in S. u. Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. IX. S. 293.

[4]) Gierse a. a. O. pag. 39.

Individuum.	Mittlere Eigenwärme in Celsiusgraden nach			
	Fricke.			Gierse.
	Achselhöhle.	Scheide.	Gebärmutter.	Scheide.
Nicht schwanger .	36°,43	38°,44	37°,50	38°,00 bis 37°,91
Schwanger . . .	»	»	37°,50	38°,04
Menstruirt . . .	36°,87	38°,75	37°,50	37°,78

Läßt aber auch die Schwangerschaft die Temperaturverhältnisse der Scheide unverändert, so gilt wahrscheinlich nicht das Gleiche für die Geburtsarbeit. Theoretische Gründe und das Gefühl des eingeführten Fingers deuten darauf hin, daß hier eine Erhöhung der Eigenwärme stattfindet.

283 Da die Beschaffenheit des Blutes, der Kreislauf, die Athmung, die Hautausdünstung und die Thätigkeiten des Nervensystems den bedeutendsten Einfluß auf die Verhältnisse der thierischen Wärme ausüben, so hat man auf die mannigfachste Weise versucht, die Veränderungen beider vergleichend zu beobachten, um Aufschlüsse über die Ursachen der Erscheinung zu gewinnen.

284 Das Blut kann sich nur dadurch in seinen regelrechten Verhältnissen erhalten, daß Nahrungsstoffe von Zeit zu Zeit zugeführt werden. Sie müssen den Verlust an Material, den viele Thätigkeiten des Körpers nach sich ziehen, ersetzen. Mangeln sie, so wird der Körper gezwungen, seine eigene Masse zu diesem Zwecke zu benutzen. Er zehrt daher seiner Selbsterhaltung wegen ab. Diese Verhältnisse müssen, wie sich von selbst ergiebt, auf die Erscheinungen der thierischen Wärme zurückwirken. Die Veränderungen gestalten sich aber in anderer Weise, als man es sich auf den ersten Blick denken würde.

285 Halten wir uns an die zahlreichen Versuche, die Chossat[1]) an Tauben angestellt hat, so ergiebt sich aus 300, an 20 gut genährten Tauben gemachten Bestimmungen, daß Mittags die durchschnittliche Eigenwärme der Cloake, 1 bis 2 Centimeter über dem After 42°22 C., Mitternachts dagegen 41°48 C. betrug. Da aber diese beiden Zeiträume die größten und die kleinsten Werthe zu geben pflegen, so haben wir eine tägliche Schwankung von 0°74 C. Sie glich dagegen im Durchschnitt 3°2 C. in 12 verhungernden Tauben, wenn man deren Todestag ausnahm. Sie erhöhte sich nämlich zuerst um 2°3, stieg später auf 3°2 und erreichte zuletzt 4°1 C. Die Thiere starben zwischen dem fünften und dem siebzehnten Tage und boten im Anfange, wenn man sich an die Einzelfälle hält, 39°,0 bis 43°,0 und am Schlusse 34°,4 bis 42°0 C. dar.

Ist die Nahrung unzureichend, so wiederholen sich ähnliche Erscheinungen. Werden kalte Getränke in hinreichender Menge genossen, so kann sich ihr Einfluß für einige Zeit dadurch kundgeben, daß die thierische

[1]) Ch. Chossat, Recherches experimentales sur l'inanition. Paris, 1843. 4. pag. 94 — 123.

Wärme des Organismus sinkt. Das Mißverhältniß gleicht sich aber wieder später aus. Die Temperatur vermag dann sogar höher, wie sonst, durch die Gegenwirkung des Organismus zu steigen.

286 Die Haut bildet einen Hauptregulator der thierischen Wärme. Die Oberhaut, die keine Blutgefäße besitzt, wird von der Lederhaut aus durchwärmt. Beide zusammen stehen aber mit der Atmosphäre, deren Temperatur wechselt, in Verbindung. Verschiedene Wärmemengen werden ihnen hier nach Mannigfaltigkeit der Verhältnisse entzogen. Das Blut, das sich in ihnen in mäßigen Klimaten abkühlt, kehrt in das Innere des Körpers zurück und vermengt sich hier mit den wärmeren Blutmassen, die sich indeß in geschützteren Theilen bewegt haben.[1] Mögen auch die Folgen, die hierdurch veranlaßt werden, in hohem Grade schwanken, so können sie doch nie gänzlich ausbleiben. Die Haut wird daher in mäßigen Klimaten, deren Luftwärme die des Blutes nicht erreicht, zur Abkühlung des ganzen Organismus beitragen. Ihr Einfluß muß mit der Größe der Kälte steigen.

Bricht aber in der Hitze Schweiß aus, so tritt noch ein anderer Grund der Herabsetzung der Temperatur hervor. Die an der Oberfläche des Körpers ausgeschiedenen Wassermengen verdunsten allmählig, binden hierdurch Wärme, werden selbst kälter und kühlen die Haut bis zu einer gewissen Tiefe ab. Entblößen wir schwitzende Hautflächen und begünstigen auf diese Weise die Verdampfung, so verlieren wir auch bald das Gefühl der Hitze im ganzen Körper.

Da endlich die Hautausdünstung ein wesentliches Glied der Lebenserscheinungen bildet, so muß auch ihre plötzliche Unterdrückung die thierische Wärme beeinträchtigen. Bestrichen Breschet und Becquerel die gesammte äußere Körperfläche eines Kaninchens, dessen Muskeln 38° C. angaben, mit einem luftdichten Firniß, so sank ihre Temperatur innerhalb einer halben bis einer ganzen Stunde auf 24°5 bis 22° C. Sie fiel sogar auf 20° C. in einem zweiten Falle, in dem die umgebende Atmosphäre 17° C. darbot.

287 Der Herzschlag und die Athmung sind die beiden Hauptpfeiler, auf denen die allgemeinen Verhältnisse der thierischen Wärme ruhen. Vergrößert sich die Schnelligkeit des Kreislaufes, so ist auch hierdurch ein Mittel zur Erhöhung der Eigenwärme gegeben. Empfängt aber ein Theil kein Blut mehr, so sinkt seine Temperatur. Die des zweiköpfigen Armmuskels verminderte sich schon in den Versuchen von Breschet und Becquerel um mehrere Zehntheile eines Grades, wenn man nur die Achselschlagader zusammendrückte. Unterband man die Hüftarterie eines Hundes, so fiel die Eigenwärme im Schenkel in 18 Minuten um 0°5 C.; sie kehrte aber bald nach dem Oeffnen des Verschlusses auf ihre frühere Höhe zurück. Die bloße Zuschnürung der Schenkelarterie war von keinem solchen Erfolge begleitet, weil wahrscheinlich nicht der Blutlauf, der Nebenzweige wegen, in ausgedehnterem Maaße gehemmt war. Diese Ver-

---

[1] Bergmann in Müller's Archiv. 1845. 8. S. 296 — 319.

suche lehren zugleich, daß vorzüglich der Eintritt des hochrothen arteriellen Blutes die Größen der Eigenwärme beherrscht.

288 Das Verhältniß der Athmungserscheinungen zur thierischen Wärme bestättigt diesen Satz. Das dunkele Blut nimmt Sauerstoff der Luft in den Lungen auf, giebt hierfür Kohlensäure ab und wird durch diese Veränderung hellroth gefärbt. Die Hauptquelle der Erzeugung der arteriellen Blutmasse liegt daher in ihnen. Der Athmungsproceß erlangt aber noch deswegen eine große Wichtigkeit, weil ohne ihn der Herzschlag und die Vertheilung des erfrischten Blutes im Körper aus später anzuführenden Gründen unmöglich ist.

Kann man schon hieraus entnehmen, daß sich nicht die thierische Wärme ohne die Athmung zu erhalten vermag, so lehrt noch überdieß die Erfahrung, daß oft beide gleichförmig steigen und sinken. Häufige Respirationsbewegungen erhöhen die Temperatur des Körpers, weil dann das Herz mehr hochrothes Blut durch die einzelnen Organe führt und eine nicht unbedeutende Zahl von Muskeln in Thätigkeit bleiben. Tritt Erstickung ein, so vermindert sich die Menge der Athemzüge. Die Kraft des Herzens und des Blutdruckes nimmt ab[1]); die Organe erhalten eine dunkelere statt einer helleren Blutmasse. Es ist gleichgültig, ob die Hemmung der Athmung durch Zuschnüren der Luftröhre, Durchschneidung der herumschweifenden Nerven oder andere Ursachen bedingt wird. Die Wärme sinkt nach Maaßgabe der einwirkenden Störungen. Sie steigt nur, wie die Erfahrungen von A. Cooper und F. Arnold[2]) lehrten, unmittelbar vor dem Tode einzelner Vögel, deren herumschweifende Nerven durchschnitten werden.

289 Spritzt man größere Mengen von Flüssigkeiten in das Blut und bringt hierdurch die Erscheinungen des Stoffwechsels in Unordnung, so richtet sich die Veränderung der Eigenwärme nach dem Grade der Gegenwirkung, welchen der Eingriff veranlaßt. Hatte ich[3]) eine größere Menge Wassers von 13°,75 C. in die Jugularvene einer Hündin eingetrieben, so war nur die Eigenwärme der Leistenbuge um 0°3 C. und die der Achselhöhle um 0°,4 C. eine halbe Stunde später gesunken. Die der Tiefe des äußeren Gehörganges, der Scheide und des Afters dagegen hatte sich nicht verändert. Dieses Ergebniß erklärt sich zum Theil aus der stärkeren Wasserausdünstung der Haut. Denn Thiere der Art dampfen nicht selten gleich Pferden, die rasch gelaufen sind.

Die Einspritzung einer schwachen Lösung von unterkohlensauerem Natron in das Blut erhöhte die Eigenwärme der verschiedensten Körpertheile die ersten Stunden und Tage nach dem Versuche. Das Maximum der Vergrößerung trat 4 Stunden nach der Operation ein. Es betrug 2°6 C in der Inguinalgegend und der Achselhöhle, 3°2 C. in dem äußeren

---

¹) J. Reid, On the Order of Succession, in which the vital actions are arrested in asphyxia. Edinburgh, 1841. 8. p. 10. 11.

²) Fr. Arnold, Untersuchungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie. Bd. I. Zürich, 1838. 8. S. 158 — 162.

³) Repertorium. Bd. IV S. 364. 365.

Gehörgange und 1°,2 C. in der Scheide und dem Mastdarm. Das unterkohlensauere Natron verflüssigt aber das Blut, erzeugt leicht fieberhafte Beschwerden und kann selbst typhöse Erscheinungen unter manchen Bedingungen, die jedoch hier nicht eintraten, hervorrufen.

Eine Einspritzung von Eiweißlösung verlängerte den Zeitraum, in dem die Temperatur das Maximum ihrer Erhöhung erreichte. Da diese Versuchsart für die Erklärung der Ursache der thierischen Wärme von Bedeutung ist, so gebe ich hier die Einzelwerthe der zu verschiedenen Zeiten beobachteten Wärmegrade.

Theil.	Temperatur in Celsiusgraden.						
	Unmittelbar vor dem Versuch.	nach demselben in Stunden.					
		¾.	18.	23.	40.	46.	63.
Inguinalbuge	38°,7	39°,3	39°,5	40°,0	39°,2	38°,9	38°,7
Achselhöhle .	38°,7	39°,3	39°,7	39°,7	39°,1	38°,8	38°,5
Tiefe des äußeren Gehörganges . . .	38°,5	38°,9	38°,8	39°,5	38°,8	38°,6	38°,0
After	39°,2.	39°,5	39°,7	39°,6	39°,3	39°,3	39°,0

Hatten Hunde Fleisch, das mit Alkohol durchtränkt war, gegessen und waren sie hierdurch schlaftrunken geworden, so zeigten sich verschiedenartige Schwankungen ihrer Eigenwärme, sie mochten schon wieder nüchtern sein oder nicht. Die Unterschiede aber, welche die Messungen überhaupt darboten, fielen im Ganzen gering aus.

290 Die alltägliche Beobachtung lehrt schon, mit welcher Kraft das Nervensystem auf die Erscheinungen der thierischen Wärme zu wirken vermag. Sie erhöht sich durch geistige Aufregungen, sei es der Freude oder des Zornes, der Schaam oder geschlechtigen Liebe und sinkt durch Trauer, Furcht oder Schreck. Diese Veränderungen können sich auf einzelne Theile beschränken oder auf den gesammten Organismus ausdehnen. Die Haut der Nase, der Wangen oder des ganzen Gesichtes erkaltet bei Uebelkeiten, bei dem Erbrechen oder in der Anwandlung einer Ohnmacht. Dauert aber die letztere länger fort, so erniedrigt sich auch die Eigenwärme der übrigen Theile des Menschen.

291 Das Nervensystem kann mittelbarer Weise die Eigenwärme durch die Herrschaft, die es über die Bewegungen der einzelnen Theile ausübt, bestimmen. Alle Einflüsse der Art, die zunächst nur den Kreislauf und die Athmung, die Gewebe der Gefäße und die der übrigen Körpertheile treffen, spiegeln sich auch bald in den Erscheinungen der Temperatur ab. Es wäre aber auch denkbar, daß die Nerven in einer gewissen unmittelbaren

Beziehung zu den uns hier beschäftigenden Erscheinungen ständen. Da diese Ansicht in früheren Zeiten in hohem Grade verbreitet war und noch jetzt ihre Anhänger hat, so bemühte man sich, sie durch die verschiedenartigsten Versuche zu beweisen.

Bedeutende Nervenverletzungen können die thierische Wärme verändern. Sie sank z. B. nach Chossat[1]) im Durchschnitt um 0,577 ihres Werthes, wenn Hunde einen tödtlichen Schlag auf den Kopf oder den Nacken erhielten, wenn ihre Hirnmasse dicht vor der Varolsbrücke, ihr Rückenmark oben oder tiefer, ihre beiden herumschweifenden Nerven am Halse durchschnitten, die Nebenniere mit dem splanchnischen Geflechte ausgerottet oder eine Opiumvergiftung eingeleitet worden war. Einflüsse der Art wirken aber mit solcher Kraft auf die Erscheinungen des Kreislaufes und der Athmung, daß man nicht im Stande ist, ihre Wirkungen als bloße Folgeerscheinungen der Nerventhätigkeit anzusehen. 292

Manche Forscher glaubten den Beweis ihrer Ansicht durch Versuche, die sie an frisch getödteten Thieren anstellten, liefern zu können. Man ist nämlich unter gewissen Verhältnissen im Stande, die Athmungsmechanik enthaupteter oder erwürgter Säugethiere durch Mittel, die wir später kennen lernen werden, zu unterhalten. Diese künstliche Respiration belebt den Herzschlag. Das Blut erhält seine hochrothe Farbe wieder und bewegt sich in günstigen Verhältnissen von Neuem in einem Theile der Körperorgane. Die thierische Wärme muß daher unter diesen Umständen steigen. Hinge sie aber unmittelbar von dem Nervensysteme ab, so könnte diese Folge nicht eintreten. Die Eigenwärme des Leichnams müßte gleich rasch sinken, man mag die künstliche Athmung unterhalten oder nicht. 293

Brodie glaubte dieses in der That gefunden zu haben. Wurde ein Kaninchen, das in unverletztem Zustande 28,22 Cub. Zoll Kohlensäure in einer halben Stunde ausathmete, vergiftet oder durch Zerstörung des verlängerten Markes getödtet und die künstliche Athmung eingeleitet, so sollte das Thier 20,24 bis 28,27 C. Z. Kohlensäure in der gleichen Zeit erzeugen und nichts desto weniger um 3°3 C. erkalten. Dieser geringe Unterschied entspricht aber eben nur, wenn man selbst Alles als richtig ansieht, der Unvollkommenheit der Athmung, die sich unter so naturwidrigen Verhältnissen geltend macht.

Die Versuche von Williams lassen sich gerade als Beleg benutzen, wie sehr in solchen Fällen die Größe der Eigenwärme von den Zufälligkeiten, die den Einfluß der künstlichen Athmung bestimmen, abhängt. Wurde der zu ihr nöthige Blasebalg in die Luftröhre eines Kaninchens, das vorher 39°16 C. im Mastdarme angab, eingesetzt, so sank die Temperatur nach 5 Minuten auf 37°,77 C. und nach 8 Minuten auf 37°,50; sie stieg wieder nach 10 Minuten auf 38°,33 C. und betrug nach 12 Mi-

---

[1]) Ch. Chossat, Mémoire sur l'influence de système nerveux sur la chaleur animale. Paris, 1820. 4. p. 1 — 49.

unten 37°,22 C., nach einer Viertelstunde dagegen 37°,50 C. Sie schwankte mithin, je nachdem eben das Ganze besser oder schlechter gelang. Eine Henne, die im gesunden Zustande 42°,24 C. in der Kloake anzeigte, ergab unmittelbar nach der Einleitung der künstlichen Athmung 41°66 C.; 10 Minuten später aber nur 40°,24 C. Wurde das Thier enthauptet und wartete man darauf 5 Minuten mit dem Spiele des Blasebalges, damit sich die Krämpfe des Rumpfes beruhigten, so fanden sich im Mastdarme nach 1 Minute 41°,11 C., nach 3 und 4 M. 41°66 C., nach 6 und 9 M. 42°,24 C., nach 12 M. 40°83, nach 15 M. 41°,66 C., nach 18 und 21 M. 41°,38 C. und nach 35 M. 43°,05 C. Man sieht hieraus, daß zwar dieser Versuch besser, als in dem Kaninchen gelungen war, daß er sich aber ebenfalls nicht eignet, einen unmittelbaren Einfluß des Nervensystems zu beweisen.

294 Die Beobachtungen von Matteucci zeigen überdieß, wie wenig die Eigenwärme von der directen Thätigkeit der Nerven abhängt. Hatte jener Forscher die Schlag- und Blutadern des Hinterbeins eines Kaninchens unterbunden, die Nerven dagegen unversehrt gelassen, so ging in einer halben Stunde die Wärme eines Schenkelmuskels von 36°3 C. auf 25° C. bei 17° C. der Luft herab. Leitete man einen elektrischen Strom durch, so zogen sich zwar die Muskeln zusammen; die Temperatur stieg aber nur um 1° C. Wurden dagegen der Schenkel und der Hüftnerve eines anderen Thieres der Art durchschnitten und der Blutlauf ungestört gelassen, so sank die Wärme in der ersten Viertelstunde um 1° C. und erhielt sich dann längere Zeit hindurch auf ihrer einmal angenommenen Höhe.

Unterscheiden wir die subjectiven Empfindungen der Kälte und der Wärme von den wahrhaft vorhandenen Temperaturverhältnissen, so läßt sich der größte Theil der Eigenthümlichkeiten, welche die Eigenwärme unter krankhaften Bedingungen darbietet, erklären. Wir werden später sehen, daß uns gewisse Stimmungszustände der Nerven ohne äußere Veranlassung frieren lassen. Der Frost, der dem Eintritt eines Wechselfiebers oder anderer fieberhafter Krankheiten vorangeht, gehört in diese Reihe von Erscheinungen. Der Mensch, der dann vor Kälte zittert, kann sich durch keine Bekleidung oder Bedeckung auf der Stelle erwärmen. Seine Temperatur ist aber in diesem Falle nach Martine 1°,1 bis 1°,6 C., nach Gavarret sogar 4° C. höher, als gewöhnlich, und gleicht nach Gierse der Eigenwärme im Hitzestadium. Hypochondrische, die über Frösteln klagen, zeigen keine wesentliche Verminderung ihrer Temperatur. Sie sinkt dagegen unmittelbar nach leichten Erkältungen in geringem Grade.

Die krankhafte Hitze vermag ähnliche Erscheinungen nach sich zu ziehen. Glaubt auch oft ein Fieberpatient zu verbrennen, und empfindet der Arzt, der seinen Unterleib betastet, ein unangenehmes Gefühl von Wärme, so kann dessenungeachtet das Thermometer nur 33° bis 36° C. nach Bouillaud angeben.

Stellen wir eine Reihe der wichtigsten Erfahrungen über die unter krankhaften Verhältnissen vorkommenden Größen der thierischen Wärme zusammen und bezeichnen wiederum die thermomagnetischen Beobachtungen mit Sternchen (*), so erhalten wir:

Nr.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme in Celsiusgraden.	Beobachter.
I.	Erwachsener Mann	Hitzestadium d. Wechselfiebers	Achselhöhle	41°,11	Martine.
II.	17½ jähriges Mädchen	desgl.	desgl. Mittel von 8 Versuchen	40°,81	Gierse.
III.	Erwachsener Mann	Fieber	Haut	41°,66	Henry.
IV.	desgl.	Mittlere Fieberhitze	desgl.	40°,83	Berger.
V.	desgl.	Maximum der möglichen Fieberhitze	desgl.	44°,44 (?)	Sauvages und Currie.
VI.	Männer und Frauen verschiedenen Alt.	Größte Fieberhitze	Achselhöhle	41°,45	Gierse.
VII.	Zwei erwachsene Männer	Nachlassendes Fieber	Unter der Zunge	39°,44	Berger.
VIII.	Kinder	Scharlach	Haut	41°,11	Currie.
IX.	6 jähriges Mädchen	desgl.	Achselhöhle	40°'12	Gierse.
X.	Kinder von 6 bis 9 Jahren	Masern	desgl. Mittel aus 8 Beobachtungen	39°,23	
XI.	Erwachsene	Anhaltende Fieber	Haut	42°,77	De Haen.
XII.	32 jähriger Mann	Mit Bronchitis verbundener Typhus	Mundhöhle	39°,65	Breschet und Becquerel.
XIII.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel	38°,80	
XIV.	Erwachsene	Gelbes Fieber	Haut	38°,88	Schwenkie.
XV.	desgl.	Nachlassendes gelbes Fieber	Haut	37°44 - 40°,55	Chisholm.
XVI.	desgl.	desgl. im heftigsten Fieberanfall	desgl.	38°88- 44°,44	»
XVII.	*24 jähriger Mann	Mit Bronchitis verbundene Darmentzündung	Zweiköpfiger Muskel des rechten Armes	38°,50	Breschet und Becquerel.
XVIII.	46 jähriger Mann	Schultergelenkentzündung der linken Seite	Achselhöhle der kranken u. die der gesunden Seite	40°,25	
XIX.	desgl.	desgl. bei weiterer Verbreitung der Entzündung	Achselhöhle der kranken Seite. Mittel aus 3 Beobachtungen	40°,65	
XX.	desgl.	desgl.	Achselhöhle der gesunden Seite. Mittel aus 3 Versuchen	40°,34	Gierse.
XXI.	14 jähriger Knabe	Phlegmone des Schenkels	Am geschwollenen äußeren Knöchel der kranken Seite	38°,91	
XXII.	desgl.	desgl.	Am äußeren Knöchel der gesunden Seite	34°,25	
XXIII.	desgl.	desgl.	An der entzündeten Wade	39°,50	

Nr.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme in Celsiusgraden	Beobachter.
XXIV.	14 jähriger Knabe	Phlegmone des Schenkels	An der gesunden Wade	38°,75	Gierse.
XXV.	Erwachsener Mann	Großer Abſceß an der Vorderſeite des Oberſchenkels	Haut beider Oberſchenkel	33°,75	Berger und Maunoir.
XXVI.	desgl.	desgl.	In der Tiefe des Abſceſſes unmittelbar nach der Oeffnung deſſelben	39°,44	
XXVII.	desgl.	Großer Abſceß unter der Oberſchenkelbinde	Achſelhöhle	36°,25	Berger.
XXVIII.	desgl.	desgl.	Unter der Zunge	36°,87	
XXIX.	desgl.	desgl.	In dem Abſceſſe ſelbſt	38°,44	
XXX.	52 jähriger Mann	Organiſche Magenentartung	Achſelhöhle	37° 25	Gierſe.
XXXI.	47 jähriger Mann	desgl.	desgl.	36°,26	
XXXII.	25 jährige Frau	Luſtſeuche. während der Hungerkur	desgl.	37°,50	
XXXIII.	*Junges Mädchen	Skropheln mit Fieberaufregung	Mundhöhle	37°,50	Breſchet und Becquerel.
XXXIV.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel	37°,25	
XXXV.	desgl.	desgl.	Entzündete Skropheḷgeſchwulſt an dem unteren Theile des Halſes	40°,00	
XXXVI.	desgl.	desgl.	Fungöſe Geſchwulſt im Zellgewebe	40°,00	
XXXVII.	*30 jährige Frau	Skropheln	Mundhöhle	36°,75	
XXXVIII.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel	37°,00	
XXXIX.	desgl.	desgl.	Benachbartes Zellgewebe	35°,00	
XL.	desgl.	desgl.	Geſchwulſt am Halſe	37°,50	
XLI.	*Junger Mann	Skrophulöſer Beinfraß am Fuße	Mundhöhle	36°,50	
XLII.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel	37°,50	
XLIII.	desgl.	desgl.	Am Fuße oberhalb d. Plantaraponeuroſe	32°,00	
XLIV.	*Frau	Bruſtkrebs	Mundhöhle	36°,60	
XLV.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel	36°,60	
XLVI.	desgl.	desgl.	Krebs	36°,60	
XLVII.	desgl.	desgl.	Die wuchernden Schwammaſſen deſſelben	36°,60	

Nr.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme in Celsiusgraden.	Beobachter.
XLVIII.	*60jähriger Mann	Mercurialzittern	Zweiköpfiger Muskel des rechten Armes, der mehr zittert	37°,04	Breschet und Becquerel.
XLIX.	desgl.	desgl.	Derselbe Muskel des linken Armes, der weniger zittert	37°,15	
L.	*desgl.	Bauchwassersucht mit Herzleiden	Zweiköpfiger Armmuskel	37°,05	
LI.	desgl.	desgl.	Flüssigkeit der Bauchhöhle	37°,65	
LII.	Mann	Wassersucht	Abgezapfte Wassersuchtflüssigkeit	38°,30	Carlisle.
LIII.	*66jähriger Mann	Halbseitige Lähmung	Zweiköpfiger Armmuskel der kranken Seite	36°,85	Breschet und Becquerel.
LIV.	desgl.	desgl.	Derselbe der gesunden Seite	36°,85	
LV.	45jähriger Mann	Halbseitige Lähmung der linken Seite mit beginnendem Altersbrand an den Füßen	Mundhöhle	36°,40	
LVI.	desgl.	desgl.	Zweiköpfiger Armmuskel der kranken Seite	36°,60	
LVII.	desgl.	desgl.	Derselbe Muskel der gesunden Seite	36°,60	
LVIII.	desgl.	desgl.	Wadenmuskeln der kranken Seite	36°,60	
LIX.	desgl.	desgl.	Dieselben Muskeln der gesunden Seite	36°,60	
LX.	*40jährige Frau	Paraplegie mit Anschwellung der Füße und heftigen Schmerzen in ihnen.	Zweiköpfiger Armmuskel	37°,14	
LXI.	desgl.	desgl.	Anziehermuskeln des Oberschenkels	37°,55	
LXII.	Frau	Lähmung des Fußes nach der Durchschneidung des Hüftnerven	Kranker äußerer Knöchel	31°,25	Romberg.
LXIII.	desgl.	desgl.	Gesunder Knöchel	30°,00	
LXIV.	desgl.	desgl.	Kranke Zehen	30°,00	
LXV.	desgl.	desgl.	Gesunde Zehen	28°,75	
LXVI.	Mann	Lähmung des linken Armes in Folge eines Schlüsselbeinbruches	Kranke Achselhöhle	33°,33	Earle.
LXVII.	desgl.	desgl.	Gesunde Achselhöhle	35°,55	
LXVIII.	desgl.	desgl.	Kranker Arm	26°,66	
LXIX.	desgl.	desgl.	Gesunder Arm	35°,00	

Nr.	Individuum.	Krankheit.	Geprüfter Theil.	Eigenwärme in Celsiusgraden.	Beobachter.
LXX.	Mann	Lähmung des linken Armes in Folge eines Schlüsselbeinbruches	Kranke Hand	21°,66	Earle.
LXXI.	desgl.	desgl.	Gesunde Hand	32°,22	
LXXII.	Mädchen	Lähmung in Folge der Durchschneidung des Ulnarnerven	Basis der Rückenfläche des kleinen Fingers der gelähmten Hand	13°,33	
LXXIII.	desgl.	desgl.	desgl. zwischen dem kleinen Finger u. dem Ringfinger	13°,88	
LXXIV.	desgl.	desgl.	desgl. an der Außenseite des Zeigefingers	15°,55	
LXXV.	desgl.	desgl.	desgl. zwischen Zeigefinger und Daumen.	16°,66	
LXXVI.	desgl.	desgl.	Finger u. Handfläche der gesunden Seite	16°,66	

Die oben erwähnten Beziehungen der thierischen Wärme zu dem Kreislauf und der Athmung erklären es, weshalb wir die Temperatur im Fieber und in Entzündungen, die allgemeine Wirkungen hervorrufen, erhöht finden; denn sie vergrößern auch jene Grundbedingungen der Temperaturerzeugung. Anders dagegen verhalten sich die örtlichen Leiden.

Bleibt die Reizung, die eine Stelle getroffen hat, in mäßigen Schranken eingeschlossen, so wird der Wechsel der Eigenwärme auf eine kaum merkliche Weise hervortreten. Eine Hautstelle, die durch einen Senfteig geröthet worden, zeigt fast genau die gleiche Temperatur, wie ein gesunder Theil. Der höchste Unterschied, den Gierse[1]) beobachtete, betrug nur 0°,2 C. Eitert eine Wunde stark, so erhöht sich bisweilen die Wärme in der Tiefe des Heerdes der krankhaften Absonderung um 1° bis 2°, seltener um 3° C. Vergrößert auch das Wundfieber die Abweichung, so scheint es sie doch nicht in der Regel über jene Grenze hinauszuführen.

Gelähmte Theile können nach Verschiedenheit der Verhältnisse eben so warm, als gesunde sein oder in ihrer Temperatur über oder unter ihnen stehen. Sie fühlen sich zwar meistentheils kälter an und machen auch den Eindruck niedriger Erwärmung auf den Kranken selbst; allein die Schätzungen, welche die Empfindung vermittelt, fallen anders aus, als die physikalischen Bestimmungen.

Große Oberflächen, die Eiter oder Jauche absondern, kühlen bisweilen durch die Verdunstung, die an ihnen Statt findet, ab. Ist der hierdurch bedingte Wärmeverlust bedeutend, so wird er sich auf die Nachbarschaft und in die zunächst gelegenen inneren Theile fortpflanzen. Die Ursache, weshalb das Innere des cariösen Fußes Nr. XLIII. 4°,5 C. weniger als die Mundhöhle angab, muß künftigen Forschungen anheim gestellt bleiben.

295 Da der Kreislauf und die Athmung im Todeskampfe sinken, so wird sich auch dann die Eigenwärme vermindern. Das Gefühl der Hand lehrt schon, daß die meisten Sterbenden, in denen jene Factoren allmählig erlöschen, an Händen und Füßen, an der Nase, der Stirn, den Wangen und dem Gesichte erkalten. Breschet und Becquerel fanden nur 35°,85 C. in dem zweiköpfigen Armmuskel und 32°,00 C. in der Hand eines verscheidenden Mannes, der an zusammenfließenden Blattern litt.

[1]) Gierse a. a. O. p. 1. 2.

Hört die innere Wärmequelle mit dem Tode auf, so erkaltet der Leichnahm allmählig. Die Schnelligkeit, mit der es geschieht, hängt von den Temperaturverhältnissen der Umgebung und zum Theil von der Wärmecapacität der organischen Gebilde ab. Die inneren Theile werden aber immer noch längere Zeit hindurch eine höhere Wärme ihrer geschützten Lage wegen bewahren.

Fällt ein Mensch in Ohnmacht, so müssen die tiefer gelegenen Organe wärmer bleiben, als wenn die Blutbewegung überall stockt. Man empfahl daher zur Unterscheidung des Scheintodes von dem wahren Ableben ein an einem Fischbeinstabe befestigtes Thermometer, wo möglich, bis in den Magen hinabzuschieben und aus den hierbei erhaltenen Wärmegrößen auf die Natur des Zustandes zu schließen[1]).

Die Eigenwärme der Säugethiere sinkt nach Chossat[2]) im Durchschnitt im Augenblicke des Sterbens auf 24°5 C. Die verschiedenen gewaltsamen Todesarten erzeugten in dieser Beziehung einen Wechsel von 19°8 und 28°5 C. Fr. Nasse fand in sechs Fällen 30° bis 24° C. für die Magenwärme von Erwachsenen 1 bis 12 Stunden nach dem Tode. Die Wärme der Atmosphäre schwankte dabei zwischen 13° und 20° C.

Gehen wir zur Betrachtung der Ursachen der thierischen Wärme über, so müssen wir zuerst die Rolle, die dem Nervensystem in dieser Hinsicht zukommt, ins Auge fassen. Wir haben früher gesehen (§. §. 293. 294.), daß keine Thatsachen eine unmittelbare Wärmeerzeugung der Nerven andeuten. Die Temperatur steigt zwar, wenn unser Wille den bewegenden Nerven anregt und den Muskel zusammenzieht. Allein die Thätigkeit der Muskelfasern bildet die nächste Ursache der Erscheinung. Dasselbe gilt von allen Veränderungen, die den Herzschlag und das Athmen treffen. Strömt mehr Blut in Folge eines Nerveneinflusses nach einer bestimmten Gegend hin, so wechseln auch die Bedingungen, welche die Blutgefäße und die anderen Gewebe darbieten. Wenn daher oft Thätigkeiten des Nervensystems die Erscheinungen der thierischen Wärme bestimmen, so sind doch gleichzeitig die Ernährungsverhältnisse verändert. Man kann aber, wie wir später sehen werden, dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens gemäß annehmen, daß diese die Ursache, die Nerven dagegen die entfernte Anregung der Eigenwärme liefern. 296

Wir haben ferner gefunden, daß Kreislauf und Athmung zwei Haupthebel der Ernährung und der thierischen Wärme bilden. Beide verändern die Blutmasse. Kommt diese in den Lungen mit der Luft in Berührung, so zieht sie Sauerstoff an, scheidet dafür Kohlensäure ab und verliert einen Theil ihres Wassers auf dem Wege der Verdunstung. Der aufgenommene Sauerstoff macht es erst möglich, daß sich ein Theil des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes unserer Körperverbindungen in Kohlensäure und Wasser umwandelt. 297

---

[1]) Vergl. Fr. und H. Nasse, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Heft 1. Bonn, 1835. 8. S. 129 — 138. F. Nasse, die Unterscheidung des Scheintodes von dem wirklichen Tode, zur Beruhigung über die Gefahr, lebendig begraben zu werden. Bonn, 1841. 8.

[2]) Ch. Chossat, Recherches sur l'inanition. p. 139.

Diese Art von Umsatz, die wir im gewöhnlichen Leben mit dem Namen der Verbrennung bezeichnen, läßt Wärme frei werden. Man kann daher die Ursache der Eigenwärme in dem Verbrennungsprocesse suchen, der fortwährend in unserem Körper eingeleitet wird — eine Ansicht, die Lavoisier[1]) schon aufstellte, die Viele seiner Nachfolger zu erhärten oder zu bestreiten suchten und die endlich in neuerer Zeit ihren beredtesten Vertheidiger in Liebig[2]) gefunden hat.

298 Wollen wir diese Anschauungsweise näher prüfen, so müssen wir uns erst einige Verhältnisse der Calorimetrie klar machen. Wir werden uns hierdurch zugleich die Beantwortung mancher Frage, die sich bei der Betrachtung anderer Thätigkeitserscheinungen aufdrängt, erleichtern.

Mischen wir 1 Kilogramm Wasser von 0°C. mit 1 Kilogramm Wasser von 15° C., so wird das Ganze eine Wärme von 7½° C. darbieten. Die kältere Hälfte hat so viel an fühlbarer Wärme gewonnen, als die wärmere verloren. Gebrauchen wir aber zweierlei Körper, so ändert sich die Erscheinung. Mengen wir 1 Kilogr. Wasser von 0° C. mit 1 Kilogramm Quecksilber von 15° C., so erhalten wir eine Mischung von 0°5 C. oder genauer von 0,4837° C. Das Quecksilber verliert also 14°5163 C. Wärme, während das Wasser nur 0°4837 C. gewinnt. Jenes muß 30,011 Mal so viel Wärme hergeben, wenn die Temperatur von diesem um 1° C. steigen soll. Sollen sich gleich schwere Mengen von Wasser und Quecksilber um 1° C. erwärmen, so braucht dieses, wie hieraus von selbst folgt, 14½ Mal weniger fühlbare Wärme, als das Erstere.

299 Man nennt die Fähigkeit der Körper, ihre Temperatur um 1° C. durch die Aufnahme bestimmter Wärmemengen zu erhöhen, ihre Wärmecapacität oder ihre specifische Wärme. Will man diesen Werth allgemein vergleichbar machen, so braucht man nur eine bestimmte Masse zu wählen, mit der man alle übrigen in Beziehung bringt. Wasser von 0° C. eignet sich am besten, um diese relative Wärmecapacität auszudrücken. Legt man also seinen Werth als Einheit zum Grunde, so erhält man für die Wärmecapacität des gleichen Gewichtes Quecksilber $\frac{1}{30,011}$ = 0,03332, eine Zahl, die auch Regnault durch eine genauere Versuchsart gefunden hat.

300 Ein zweiter für unsere späteren Betrachtungen wichtiger Weg, dieselben Erscheinungen zu ermitteln, besteht in der Anwendung des Eiscalorimeters, das Lavoisier und Laplace zuerst gebrauchten. Denken wir uns, wir hätten zwei in einander geschachtelte Behälter. Der Raum *a* und die Höhlung *b* sind mit Eisstücken von 0° C. gefüllt. Das Wasser, welches von *a* abschmilzt, kann durch den Hahn *d* und das, welches *b* lie-

---

[1]) Lavoisier in den Mémoires de l'académie des Sciences. Année 1790. Paris, 1797. 4. pag. 605.

[2]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Dritte Auflage. Braunschweig, 1846. 8. S. 37 fgg.

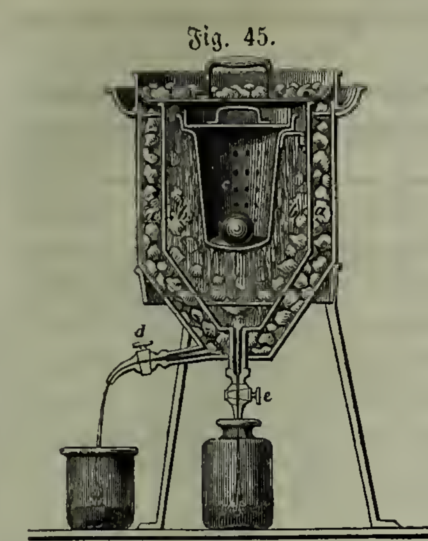


Fig. 45.

fert, durch *e* abgeleitet und in den darunter stehenden Gefäßen aufgefangen werden. *a* aber dient, die Gleichförmigkeit der Temperatur von *b* zu sichern. Arbeitet man nun bei einer Luftwärme von 1—2° C., so muß die in *c* enthaltene Atmosphäre binnen Kurzem auf 0° C. erkalten oder wenigstens dieser Wärme nahe stehen. Es wird auch möglichst wenig Eis durch die Wirkung der Luft abschmelzen.

Bringt man nun 1 Kilogramm Wasser von 79°01 bis 79°24 C. in den innersten Behälter *c* und läßt es hier bis 0° C. erkalten, so läuft gerade 1 Kilogramm Wasser von 0° C. von *b* durch *e* ab, wenn Nichts an den Eisstücken haften bleibt. Soll also Eis von 0° C. in Wasser von 0° C. verwandelt werden, so gehen 79°01 bis 79°24 C. für das Gefühl und die thermometrische Wahrnehmung verloren; sie werden, wie man sich ausdrückt, latent. Gebrauchten wir statt des Wassers eine gleich schwere und eben so sehr erwärmte Messingkugel, so erhielten wir nur, abgesehen von allen nothwendigen Beobachtungsfehlern, 93,91 Grm. abgeschmolzenen Wassers von 0° C. Die Wärme, die bei dem Erkalten des Wassers von 79° C. bis 0° C. frei wird, verhält sich also zu der, welche dieselbe Abkühlungsgröße des Messings liefert, = 1000 : 93,91. Die Wärmecapacität des Messings gleicht daher, die des Wassers als Einheit genommen, 0,09391.

Strahlt die Wärme eines erhitzten Körpers, der an der Luft liegt, frei aus, so wird er um so schneller seine höhere Temperatur verlieren, je geringer seine specifische Wärme ist. Man hat hierin ein drittes Mittel, seine Wärmecapacität zu erforschen. 301

Obgleich der Scharfsinn der Physiker die Methoden, welche zur Ermittelung der specifischen Wärme dienten, in hohem Grade vervollkommnete, so hindern doch die immer noch bestehenden Schwierigkeiten, zu unwandelbaren Ergebnissen zu gelangen. Man kann daher manche neuere und viele ältere Werthe als bloße annähernde Zahlen betrachten. Dieser Uebelstand berührt vorzugsweise diejenigen Körper, deren Wärmeverhältnisse für die Physiologie wichtig sind. Die meisten Bestimmungen, die an thierischen oder pflanzlichen Theilen gemacht worden sind, stammen aus dem vorigen Jahrhundert. Die Wärmecapacität der Gase wurde aber selbst in neuerer Zeit mittelst Methoden untersucht, die ebenfalls nicht mehr der gegenwärtigen Eudiometrie vollständig genügen.

Ein zweiter Uebelstand wird dadurch herbeigeführt, daß sich die Wärmecapacität mit der Temperatur ändert. Das sehr warme, dem Kochen nahe Wasser hat schon eine andere specifische Wärme, als das kalte. Man kann deshalb auch nicht die specifische Wärme der todten thierischen Theile der der lebenden vollkommen gleichsetzen. Diese Bemerkungen mögen genügen, um die Sicherheit, die in den anzuführenden Zahlen liegen kann, auf ihr gebührendes Maaß zurückzuführen.

Stellen wir uns nun die Wärmecapacitäten, die vorzugsweise für physiologische Untersuchungen von Bedeutung sind, zusammen, so erhalten wir, wenn die specifische Wärme des Wassers von 0° C. = 1 ist, jede später zu erwähnende Nebenverbesserung unberück-

sichtigt bleibt und ein unveränderter Druck und das gleiche Gewicht für die Gase angenommen wird, die Werthe:

Körper.	Wärmecapacität.	Beobachter.	Körper.	Wärmecapacität.	Beobachter.
Atmosphär. Luft	0,267	De la Roche und Berard.	Glas	0,19768	Regnault.
Sauerstoff	0,236	desgl.	Weißes Wachs	0,45	Gadolin.
Wasserstoff	3,294	desgl.	Spermacet	0,399	Crawford.
Stickstoff	0,275	desgl.	Fichtenholz	0,51—0,65	Mayer.
Kohlensäure	0,221	desgl.	Buchenholz	0,49	Mayer.
Arterienblut	1,03	Crawford.	Muskelfleisch	0,74	Kirwan.
Venenblut	0,8928	desgl.	Schaaflunge	0,796	Crawford.
Kuhmilch	0,9999	desgl.	Mit Haaren versehene Ochsenhaut	0,787	desgl.
Milch v. 1,026 sp. G.	0,98	Dalton.			

Eine der Hauptmassen des thierischen Körpers, die Muskelsubstanz, hätte hiernach nur ungefähr ³/₄ der Wärmecapacität des Wassers. Die Größen anderer Weichgebilde, wie der Lungen und der Haut, stehen dieser Zahl ziemlich nahe. Sie werden sich daher schneller erwärmen und abkühlen, als Wasser, langsamer dagegen, als Glas, Metalle und viele andere unorganische Verbindungen.

302 Wir haben gesehen (§. 300.), daß Eis von 0° C. 79°,01 C. bis 79°,24 C. Wärme nöthig hat, um in flüssiges Wasser von 0° C. überzugehen. Die bloße Aenderung des festen Zustandes in den tropfbar flüssigen verschluckt oder bindet also eine gewisse Menge von Wärme. Dasselbe wiederholt sich, wenn sich ein tropfbar flüssiger Körper in Dampf verwandelt. Die Verdunstung macht daher einen Theil der Wärme latent, erniedrigt auf diese Art die Temperatur und erzeugt Kälte. Kehrt aber ein Körper zur tropfbar flüssigen Gestalt aus der Dunstform zurück, so macht er Wärme frei.

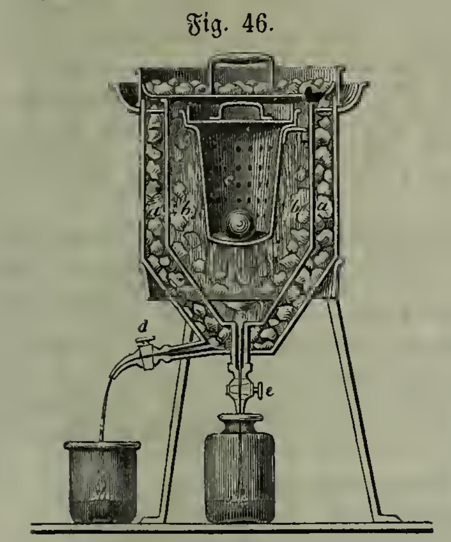
Läßt man 1 Grm. Wasser bei 760 Mm. Barometerstand sieden, so bindet der dabei entstehende Dampf so viel Wärme, daß die Temperatur von ungefähr 540 Grm. Wasser um 1° C. erhöht oder, wie man es auch ausdrückt, 1 Grm. Wasser um 540° C. erwärmt würde. Die gebundene und die freie oder die gesammte Wärme beträgt daher 640. Viele Physiker nehmen mit Sharp an, daß diese Größe für niedere Temperaturen und den gleichen Druck dieselbe bleibt. Hätte also der Dampf eine Wärme von 37°5 C., so gliche seine latente Wärme 640—37°5 = 602,5, mithin mehr, als bei 100° C. Die Erfahrungen von Dulong, die jedoch nicht näher veröffentlicht worden sind, widersprechen dieser Voraussetzung.

303 Man sieht leicht, daß eine wäßrige Flüssigkeit oder ein mit Wasser durchtränkter fester Körper, der einen Theil seiner Feuchtigkeit durch Verdunstung verliert, um eine seiner Masse, der Wärme des Dampfes und seiner eigenen Wärmecapacität entsprechende Temperaturgröße abkühlen muß. Geben die Lungen und die Haut Wasserdünste an die kältere Atmosphäre ab, so wird sich in ihnen das Gleiche wiederholen. Die Dampferzeugung unseres Körpers bildet also für diesen Fall ein zweites Abküh-

lungsmittel, das den durch die Wärmestrahlung seiner Oberfläche bedingten Temperaturverlust vergrößert.

304 Verbrennt ein Körper, so entbindet er eine gewisse Menge von Wärme. Man kann sich aber zweierlei Mittel bedienen, um den Werth derselben zu bestimmen.

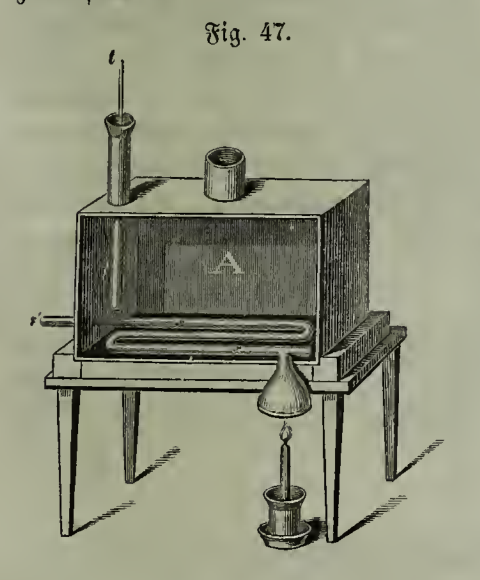
Fig. 46.



Denken wir uns, wir hätten eine Vorrichtung getroffen, daß der Körper in dem Fig. 46. abgebildeten Eiscalorimeter verbrennt und alle seine Wirkung zur Schmelzung des in *b* befindlichen Eises verwendet, so wird uns das durch *e* ablaufende Wasser die Menge des Eises angeben, die ein bekanntes Quantum der verbrennenden Substanz schmilzt. Da aber hierzu für 1 Kilogramm 79,01 bis 79,24 Wärmegrade gehören, so läßt sich hieraus berechnen, welche Wassermasse durch das Verbrennen von 1 Grm. eines Stoffes um 1° C. erhöht wird.

Ein zweites Verfahren besteht darin, die Wärme aus der Temperaturerhöhung des umgebenden Wassers zu bestimmen. Stellen wir uns vor, daß die durch die Verbrennung erwärmten elastisch flüssigen Stoffe durch das Schlangenrohr *ss*, Fig. 47., gehen und bei *s* heraustreten, so wird das Thermometer *t* anzeigen, um wie viel hierdurch die Wärme des Wassers *A* erhöht wird. Gelingt es, die Temperatureinflüsse der umgebenden Luft möglichst aufzuheben und kennt man das Gewicht und die Wärme von *A* vor und nach dem Versuche, so wie die Menge der verbrannten Masse, so hat man alle Zahlen, die zur Berechnung des gesuchten Werthes nöthig sind. Man erhält ihn unmittelbar in Wassermengen, die um 1° C. erhöht werden.

Fig. 47.



Die erste Methode ist von Lavoisier und Laplace, die zweite von Rumford gebraucht worden. Die Kenntniß dieser Bestimmungsarten ist aber für uns von Bedeutung, weil sie die Gründe angiebt, weshalb man manche, zur Berechnung der thierischen Wärme gebrauchte Grundwerthe nach den neueren Erfahrungen abändern muß.

Die beiden Hauptkörper, die uns hier interessiren, sind der Kohlenstoff und der Wasserstoff; denn sie verbrennen in unserem Organismus zu Kohlensäure und Wasser. Beide wurden von Lavoisier und Laplace untersucht. 1 Gewichtstheil Kohlenstoff

giebt nach ihnen so viel Wärme, daß hierdurch 96,5 Gewichtstheile Eis schmelzen. Derselbe Werth beträgt für den Wasserstoff 295,5895 [1]).

Will man aber diese Zahlen in Temperaturgrößen verwandeln, so hängt Alles davon ab, wie viel Wärmegrade auf das Schmelzen des Eises kommen. Schon Black, der Entdecker der latenten Wärme der Dämpfe, hatte hierfür 79 bis 80° C. gefunden. Lavoisier und Laplace kamen auf 73°,395 bis 76°,070 C. und nahmen daher im Durchschnitt 75° C an. Allein de la Prevostaye und Desains [2]) erhielten in neuerer Zeit 79,01 und Regnault [3]) in einer Versuchsreihe 79,24 und in einer zweiten 79,06. Nehmen wir das Mittel dieser drei Werthe, so haben wir 79,10° C.

Fast alle physikalischen Lehrbücher legen noch den Werth 75° C. zum Grunde. Die Wärme des verbrennenden Kohlenstoffes wird daher 96,5 × 75 = 7237,5 und die des Wasserstoffes 295,5895 × 75 = 22170. Gleicht aber die Schmelzwärme des Eises 79,10 C., so wird 1 Grm. Kohlenstoff 7633 und 1 Grm. Wasserstoff 23381 Wärmeeinheiten 1 Grm. Wasser mittheilen.

Die Schwierigkeiten, die solchen Untersuchungen entgegenstehen, erklären es, daß die Ergebnisse der größten Physiker, die sich mit Beobachtungen der Art beschäftigten, wesentlich von einander abweichen. Halten wir uns an die wahrscheinlich sehr genauen Zahlen, die sich in Dulong's [4]) hinterlassenen Papieren vorfanden, so giebt 1 Liter Wasserstoff bei 0° C. und 760 Millim. Barometer 3106,6 Wärmeeinheiten im Mittel aus 5 Verbrennungsversuchen. Nimmt man daher 1,299075 Grm. nach Arago und Biot für das Gewicht von 1 Liter Luft an und setzt mit Regnault die Eigenschwere des Wasserstoffes = 0,06923, so erhält man für 1 Grm. Wasserstoff 34543 Wärmeeinheiten, die sich auf 1 Grm. Wasser beziehen.

Die Verbrennungswärme des Kohlenstoffes läßt sich nur unvollständig aus den fragmentarischen Ueberresten der Studien von Dulong ermitteln. Sie würde nach Liebig's [5]) Beurtheilung der Sache 8558 betragen und gleicht nach Despretz 7912° C.

305 Eine chemische Verbindung, die Sauerstoff neben Wasserstoff enthält, giebt wahrscheinlich immer eine geringere Verbrennungswärme, als wenn ihr Kohlenstoff und ihr Wasserstoff für sich verbrannt würden, weil schon eine gewisse Menge von Wärme bei der ersten Vereinigung ihrer einfachen Körper frei wurde. Da nur organische Substanzen in unserem Körper in Kohlensäure und Wasser umgewandelt werden, so müssen wir diese Thatsache bei der Beurtheilung der Eigenwärme ins Auge fassen. Es fällt daher jede Berechnung der Verbrennungswärme, die nur die Mengen des verbrannten Kohlenstoffes und Wasserstoffes zum Grunde legt, höher, als es sein sollte, aus.

Wir wollen uns die Sache an dem Weingeist und dem Baumöl, die beide von Rumford in dem Wassercalorimeter verbrannt worden sind, anschaulicher machen. Nimmt man als Verbrennungswärme von 1 Grm. Kohlenstoff 8,558 und von 1 Grm. Wasserstoff 34,543 Wärmeeinheiten von 1 Kilogramm Wasser und 1° C. an, so erhält man:

---

[1]) Lavoisier, Traité élémentaire de Chimie. Seconde Edition. Tome I. Paris, 1793. 8. p. 103 — 109. Der Werth 285 für den Wasserstoff, den einige Neuere annehmen, ist daher etwas zu klein.

[2]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. T. VIII. Paris, 1843. 8 p. 18.

[3]) Ebendaselbst pag. 22 u. 27.

[4]) Cabart, Ebendaselbst pag. 186.

[5]) Annalen der Pharmacie. Bd. LIII. Heidelberg, 1845. 8. S. 73.

Körper.	Gewichtsprocente.			Wärmeeinheiten von 1 Kilogrm. Wasser und 1° C.			
				für die isolirte Verbrennung berechnet.			bei der Verbrennung des Körpers im Ganzen gefunden.
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	beide zusammen.	
Weingeist	52,658	12,896	34,446	4,506	4,455	8,961	6,19.
Baumöl	77,21	13,36	9,43	6,607	4,615	11,222	9,04.

Ließe sich voraussetzen, daß alle Grundzahlen vollkommen richtig, so hätte der Weingeist ungefähr $^7/_{10}$ und das Baumöl $^8/_{10}$ der Verbrennungswärme, die man bei isolirter Verbrennung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes (ohne Berücksichtigung des schon in der organischen Substanz vorhandenen Sauerstoffes) erhielte.

Welter stellte zuerst den Satz auf, daß dieselbe Quantität zugeführten Sauerstoffes, die zum Verbrennen einer Substanz gebraucht wird, die gleiche Wärmemenge hervorbringt. Manche Techniker haben es daher auch mittelst dieses Theorems versucht, die Heizkraft der Hölzer aus ihren elementar analytischen Bestandtheilen zu berechnen. Wäre es vollkommen sicher und kennte man die nöthigen Grundwerthe mit hinreichender Bestimmtheit, so ließe sich hieraus finden, wieviel diese oder jene stickstofflose Substanz, die wir genießen, zur Erwärmung unseres Körpers beiträgt [1]).

Theoretische Gründe machen aber überhaupt den Welter'schen Satz zweifelhaft. Denn nähme man auch an, daß die gleiche Menge Sauerstoffes, die zum Verbrennen nöthig ist, dieselbe absolute Wärme ohne Unterschied des verbrennenden Körpers hervorruft, so brauchte nicht auch deshalb dieselbe Größe von Wärmeeinheiten zum Vorschein zu kommen, weil die Verbrennung den Dichtigkeitzustand und mithin auch die specifische Wärme der Verbrennungserzeugnisse ändert. Man kann daher nur im Allgemeinen behaupten, daß das Fett, das mehr Sauerstoff für seine Verbrennung nöthig hat, als der Alkohol, eine größere Wärme hervorbringen und der Zucker oder die Stärke beiden nachstehen wird.

Die oben angeführten Beispiele können uns einen Beleg liefern, wie sehr man sich hier noch auf einem unbekannten Gebiete befindet. Nimmt man das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu 75 und das des Wasserstoffes zu 12,5 an, so ergiebt sich mittelst einer Berechnung, deren Grundlagen bei Gelegenheit der chemischen Verhältnisse des Organismus erläutert werden sollen, daß 1 Grm. neu hinzutretenden Sauerstoffes 0,47815 Grm. Weingeist und 0,45778 Grm. Baumöl vollständig verbrennt. Er entwickelt mithin im ersteren Falle 2,960 und im letzteren 4,138 Wärmeeinheiten. Fielen aber selbst alle diese Schwierigkeiten hinweg, so machte die Durchführung des Welter'schen Theorems eine Annahme, welche die Chemie nicht beweisen kann, nothwendig. Wir berechnen die Wärmegröße nach dem verschluckten Sauerstoff, der ausgeschiedenen Kohlensäure und dem indirect bestimmten Wasserstoff. Dieses setzt voraus, daß zunächst der Sauerstoff, den die organische Substanz schon als Bestandtheil führt, mit dem Wasserstoff verbunden sei — ein Satz, der selbst noch nicht hinreichend für Kohlenhydrate, wie Stärke, Zucker oder Gummi, geschweige denn für andere organische Verbindungen, festgestellt ist.

Anhang Nr 35.

306 Sollte die **Heizung des menschlichen Körpers** als **Quelle der Eigenwärme** mit unzweifelhafter Gewißheit bewiesen werden, so wäre eine streng mathematische gegenseitige Berechnung der Wärmeerzeugung und des Wärmeverlustes allein fähig, allen Forderungen Genüge zu leisten. Eine kurze Betrachtung kann uns aber bald zeigen, daß dieses für jetzt zu den Unmöglichkeiten gehört.

[1]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Dritte Auflage Braunschweig, 1846. 8. S. 105. 106.

Faßt man die Frage, wie es viele Forscher gethan, so auf, daß man nur die durch Lungen- und Hautausdünstung davon gehende Kohlensäure als die Grundlage der Wärmebestimmung ansieht, so vernachlässigt man den Wasserstoff, der eine so große Verbrennungswärme besitzt. Man begeht außerdem noch manche Irrung, die sich bald von selbst ergeben wird.

Man kann aber nicht den verbrennenden Wasserstoff unmittelbar auffinden. Denn das hierdurch erzeugte Wasser geht in Verbindung mit der ausdünstenden Feuchtigkeit davon. Jede indirecte Bestimmung dagegen schließt neue Fehlerquellen in sich.

Könnte man mit Sicherheit voraussetzen, daß in jedem Falle der in den Körper eingeführte Sauerstoff nur zur Kohlensäure- und Wasserbildung verwendet wird, so hätte man in ihm ein Mittel, jenes Wasserstoffproblem zu lösen. Wir werden sehen, daß mehr Sauerstoff dem Volumen nach verschluckt, als Kohlensäure ausgeschieden wird, wenn man selbst die trockene oder feuchtigkeitsfreie eingeathmete Luft mit der ausgeathmeten von derselben Beschaffenheit, der gleichen Wärme und demselben Drucke vergleicht. 1 Volumen Kohlensäure fordert aber nur unter diesen Verhältnissen 1 Volumen Sauerstoff. Der Ueberschuß des absorbirten Sauerstoffes mußte zur Wasserbildung dienen. Ist das Atomgewicht des Sauerstoffes 100 und das des Wasserstoffes 12,5, so würde nothwendiger Weise $\frac{1}{8}$ jenes Ueberschusses als Wasserstoffgewicht zu Wasser verbrennen.

Man hat nun versucht, den strengen Beweis der Verbrennungshypothese auf dem Wege der Calorimetrie zu lösen. Physiker ersten Ranges, wie Dulong und Despretz, sperrten eine Zeit lang Thiere in ein Wassercalorimeter ein und verglichen die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes mit der Wärmeerhöhung des Wassers. Es ergiebt sich aber aus dem früheren von selbst, daß der genaueste Versuch der Art keine mathematisch-scharfen Ergebnisse bei dem gegenwärtigen Stande der Physik und der Physiologie liefern kann.

Berechnet man die Wärmequelle nach den Mengen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes, die in der Kohlensäure und dem verbrannten Wasser enthalten sind, so stützt man sich nicht bloß auf eine noch nicht sicher nachgewiesene Wasserstoffgröße, sondern läßt auch außer Acht, daß jede organische Substanz, die wir als Nahrung einnehmen, gebundenen Sauerstoff enthält, daß daher ihre Verbrennungswärme kleiner sein muß, als die des besonders betrachteten Kohlenstoffes und Wasserstoffes (§. 305.). Wollte man sich dagegen auf den Welter'schen Satz berufen und den verschluckten Sauerstoff als Ausgangspunkt der Berechnung nehmen, so darf man nicht vergessen, daß man hierbei mit den Grundsätzen der Wärmelehre, so weit es auf genaue Werthe ankommt, in Widerspruch tritt. Denn nehmen wir auch das Princip desselben als richtig an, so würde man es erst dann fruchtbar machen können, wenn die Wärmecapacität der Verbrennungsproducte bei ihren hohen Temperaturen mit vollständiger Sicherheit bekannt wäre.

307 Muß man auf diese Weise auf einen scharfen mathematischen Beweis der Verbrennungshypothese verzichten, so deuten doch alle Erscheinungen

darauf hin, daß die thierische Wärme im Ganzen, so weit sie in dem Menschen und den warmblütigen Geschöpfen auftritt, durch die theilweise Heizung, die unaufhörlich in ihnen Statt findet, bedingt werde. Diese Vorstellung verläßt uns aber oft genug, so wie wir die Oertlichkeitserscheinungen unserer Temperatur oder die Wärme niederer Thiere ins Auge fassen. Der Mangel an hinreichenden physikalischen und physiologischen Thatsachen bildet die Hauptursache solcher Lücken unserer Erkenntniß.

308 Untersuchen wir zunächst, ob im Durchschnitt der Verbrennungsproceß groß genug ist, um die Eigenwärme unseres Körpers zu erhalten, so können wir diese Frage bejahen, sobald wir uns auf eine ungefähre Beurtheilung beschränken und alle Schwierigkeiten, die eine exacte Lösung unmöglich machen, bei Seite lassen. Mein eigener Körper, der mir die meisten Grundwerthe aus einzelnen später zu erwähnenden Untersuchungen liefern kann, möge als Beispiel dienen. Da ich zur Zeit, wo diese angestellt wurden, 54 Kilogramm ohne die Kleider wog, so wollen wir diese Körpermasse als eine gleichartige Substanz von 0,79 mittlerer Wärmecapacität (§. 301.) betrachten, um unsere Schätzung unabhängig von jeder Vorstellung über den Ort, wo die thierische Wärme erzeugt wird, durchführen zu können.

Ich entleerte im Durchschnitt in der Stunde 15,180 Grm. Wasser und 38,766 Grm. Kohlensäure durch meine Lungen und nahm dafür 33,013 Grm. Sauerstoff auf. Die Temperatur der Luft lag dabei zwischen 12° und 20° C. Meine mittlere stündliche Hautausdünstung betrug 30,667 Grm. Die Letztere enthält, wie wir in der Folge sehen werden, viel Wasserdampf und weniger Kohlensäure. Da das Verhältniß dieser beiden Verbindungen auf keine der heutigen Eudiometrie entsprechende Weise bekannt ist, so wollen wir zum Nachtheil unserer Schätzung annehmen, daß Alles aus Wasserdunst besteht.

38,766 Grm. Kohlensäure enthalten 10,573 Kohlenstoff und 28,193 Grm. Sauerstoff. Da aber 33,013 Grm. Sauerstoff eingeathmet wurden, so verbrannten, wenn aller verschluckte Sauerstoff zur Kohlensäure- und Wasserbildung diente (§. 306.), 0,603 Grm. Wasserstoff.

Giebt der Kohlenstoff bei dem Verbrennen 8,558 und der Wasserstoff 34,543 Wasserkilogramm-Celsiusgrade, so werden 10,573 Grm. Kohlenstoff und 0,603 Grm. Wasserstoff 111,310 Wärmeeinheiten liefern. Die stündliche Heizung betrüge daher für meinen 54 Kilogramm schweren Körper, wenn seine mittlere Wärmecapacität zu 0,79 angenommen wird, 2°,61 C.

Gehen gleichzeitig 15,180 Grm. Wasserdunst von 37°5 C. aus meinen Lungen davon und beträgt die latente Wärme des Wasserdampfes bei diesem Temperaturgrade 602,5 (§. 302.), so erhalten wir 9,519 Wärmeeinheiten. Dieses giebt für meine Körpermasse im Ganzen 0°,22 C.

Schlägt man die mittlere Wärme der Haut zu 34° C. (§. 271.) und die latente Wärme von Dämpfen dieser Temperatur zu 606 an (§. 302.), so hat man 18,624 Wärmeeinheiten und 0°,35 C. für die Abkühlung des gesammten als eine Substanz betrachteten Körpers.

Dieser behielte also noch 2°,04 C. für die Stunde übrig, um seine anderen Wärmeverluste zu decken. Ein Theil dieses Werthes wird zur Erwärmung der Kleider, der Gegenstände, auf denen wir ruhen und der Atmosphäre, die uns umringt und die wir einathmen, benutzt. Ein anderer muß unsere Nahrungsmittel auf 37°,5 C. bringen, unsere Abgänge, wie Koth und Urin, in dieser Temperatur erhalten und den Wärmeverlust, den die Wasserdunstbildung im Darm und in anderen Theilen nach sich zieht, möglich machen. Meine Leiche dürfte daher in der Stunde weniger als 2°,04 C. auf dem Wege der Wärmestrahlung bei 12° — 20° C. der Luft verlieren.

Stellt man die oben (§. 295.) erwähnten Beobachtungen von F. Nasse über das Sinken der Magenwärme nach dem Tode von Stunde zu Stunde zusammen, so erhält man 0°,52 C. als stündlichen Mittelwerth von 25 Versuchen. Kühlte auch die Haut 4 Mal so stark als die inneren Organe ab, so bliebe immer noch im Leben ein hinreichender Ueberschuß der Heizung, um jene Nebenverluste zu decken.

Es versteht sich aus dem früher Dargestellten von selbst, daß die Zahlen, welche eine solche Schätzung liefert, keine irgend sichere Grundlage zu ferneren Schlüssen abgeben können. Das Ganze dient nur zu zeigen, daß man sich keineswegs, wie dieses noch in neuerer Zeit geschehen ist, an die höchsten Werthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes, die ältere Forscher gefunden haben, zu halten braucht, um die Verbrennungshypothese anschaulich zu machen.

309 Der Stoffverlust, den die Heizung unseres Körpers nach sich zieht, muß durch die Nahrung oder, wenn sie mangelt, durch die Körpertheile selbst ersetzt werden. Jeder Einfluß, der die Verbrennung steigert oder die vorhandene Körperwärme herabsetzt, wird daher auch den Hunger vergrößern. Die tägliche Erfahrung bestättigt diesen Schluß auf das Vollständigste.

310 Die Kälte, welche die Wärmestrahlung erhöht, Bewegung und Arbeit, die die Athmung verstärken, der Genuß kalten Wassers, das die schon vorhandene Eigenwärme herabsetzt, vermehren den Appetit, während Hitze, Ruhe und warme Getränke das Nahrungsbedürfniß vermindern. Kleider, Erwärmung der Umgebung und ähnliche Schutzmittel bilden bis zu einem gewissen Grade ein Aequivalent für Verbrennungsstoffe, die selbst der größeren Wärmestrahlung wegen nothwendig würden. Weingeist und Fette können in der Winterkälte eher vertragen werden, weil sie dann leichter der reichlicher eingeathmete Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser verbrennt und überdieß die Kälte den reizenden Wirkungen entgegenarbeitet. Der Schweiß, der in der Sommerhitze von unserer Haut abdunstet, setzt die Temperatur unseres Körpers herab und arbeitet auf diese Art der Heizung der umgebenden Atmosphäre entgegen. Etwas Aehnliches wiederholt sich für die Lungenausdünstung, weil dann die Ausathmungsluft wärmer und für einen höheren Grad mit Wasserdampf gesättigt ist.

311 Ein Körper von kleinem Umfange erkaltet verhältnißmäßig rascher, als eine größere Masse. 1 Grm. des Organismus des Kindes verbrennt schon wahrscheinlich aus diesem Grunde eine bedeutendere Menge organischer Stoffe, als ein Grm. des Erwachsenen. Zarte Kinder erfrieren leich-

ter, sobald ihnen die nöthigen Schutzmittel zur Abwehr der Kälte fehlen. Dasselbe wiederholt sich wahrscheinlich bei alten Leuten, weil in der Regel ihre innere Heizung geringer und der größte Theil ihrer Fettmasse geschwunden ist.

Vergleicht man die stündlichen Kohlensäuremengen, welche die verschiedenen Thiere für die gleiche Körpergewichtsgröße liefern, so findet sich, daß ein Säugethier oder ein Vogel das Sechsfache von dem, was ein anderes Geschöpf derselben Klasse giebt, auszuhauchen im Stande ist. Diese Thatsache scheint auf den ersten Blick gegen die Verbrennungshypothese zu sprechen. Denn die Eigenwärme der Thiere, die so große Unterschiede darbietet, weicht höchstens um wenige Grade ab. Eine nähere Betrachtung löst jedoch den größten Theil der Schwierigkeiten, die sich auf diese Art entgegenstellen.

Nehmen wir 58 Beobachtungen [1], die ich zu diesem Zwecke nach derselben Untersuchungsmethode angestellt habe, zum Beispiel, so ergiebt sich für die Einzelwerthe:

Thier.	Mittleres Körpergewicht in Grm.	In Grm. ausgedrückte stündliche Menge der Kohlensäure für 1 Kilogramm Körpergewicht.			Zahl der Beobachtungen.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Einige Zeit vorher eingefangene Frösche	41,1	0,298	0,024	0,192	9
Hühnchen in ruhiger Stellung	670,5	1,67	1,31	1,49	2
Alte Taube, größtentheils ruhig	342,0	2,24	1,17	2,06	4
Schwarzkopf. (Sylvia atricapilla) fast immer in Bewegung	22,1	8,35	7,80	8,06	3
Kaninchen größtentheils ruhig	729,6	1,86	0,88	1,46	4
Wenige Monate alte Meerschweinchen	121,2	3,35	1,60	2,28	8
Maus	12,8	12,79	4,54	9,48	28

Zwanzig Frösche dienten zu den an mit ihnen und zwei Meerschweinchen zu den mit diesen angestellten Versuchen. Die Zahlenwerthe beziehen sich immer auf ein einziges Thier.

Wir sehen hieraus, daß zwei Factoren, die Ruhe oder Bewegung und die Körpergröße des Thieres die Hauptbestimmungsglieder ausmachen. Die Bewegung erhöht die Verbrennungsproducte und liefert daher auch eine größere Wärme. Die Kleinheit des Thieres vermehrt die Abkühlungsverhältnisse und macht deshalb einen größeren Heizungsbedarf nothwendig. Die Maus hat wahrscheinlich aus diesem Grunde den größten Werth unter allen warmblütigen Geschöpfen. So klein auch die Perspirationszahlen der Frösche an und für sich sind, so sind doch deshalb ihre Kilogramm-Stundeneinheiten verhältnißmäßig bedeutend. Man sieht aber leicht, daß selbst die Unterschiede der Körpergröße und der Muskelthätigkeit die sonst so hervortretenden Eigenthümlichkeiten, welche die Vögel den Säugethieren gegenüber darbieten können, zu verwischen im Stande sind.

312 Erklärt aber auch die Verbrennungshypothese die angeführten Erscheinungen, so läßt sie doch manche andere Punkte unerörtert. Hierher gehören die verhältnißmäßig bedeutende Temperaturerhöhung des Schlagaderblutes, die Erscheinungen der Eigenwärme, wie sie in verhungernden

---

[1]) Siehe das Nähere in dem physiologischen Bericht für 1845 in Canstatt und Eisenmann, Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin. Bd. I. Erlangen, 1846. 4. S.

Thieren auftreten, das örtliche Erkalten einzelner Hautstellen bei Uebelkeiten, dem Erbrechen, in der Ohnmacht oder dem Scheintode und die schnelle Erwärmung unseres Körpers durch Weingeist, nicht aber durch aufgelöste Fette, die eben so rasch in's Blut übergehen. Die Verbrennungshypothese giebt daher im Ganzen einen günstigen Anhaltpunkt, nicht aber eine mathematisch zu beweisende und allseitig genügende Erklärung.

313 Der Ort der Verbrennung läßt sich eben so wenig mit Bestimmtheit angeben. Die meisten Forscher versetzen ihn in alle Punkte des Körpers, die von Blut durchströmt werden. Manche neuere Beobachter suchten ihn dagegen wieder vorzugsweise in den Lungen [1]) oder der gesammten Blutmasse [2]). Man kann nur so viel mit Bestimmtheit sagen, daß die Wärme der Athmungsorgane, wenn selbst der ganze Verbrennungsproceß in ihnen vor sich ginge, um kaum 2° C. höher zu werden brauchte. Die Lungen werden dann mit einem Heizofen, zu dem das erwärmte Wasser nur wenig abgekühlt zurückkommt, verglichen werden können.

Die Lehre vom Athmen wird uns die Schwierigkeiten, welche der Versetzung der Verbrennungserscheinungen unseres Körpers in die Lungen entgegenstehen, klar machen. Wir wollen daher hier nur die Sache von rein calorimetrischem Standpunkte auffassen.

Wir haben früher (§. 308.) gesehen, daß meine stündliche Athmung 111,310 Kg. C. Wasser liefern würde. Die durch die Wasserdämpfe der Ausathmungsluft bedingte Abkühlung betrug aber 9,519 Kg. C. Kommt also schon der gesammte Verbrennungsproceß in den Lungen zu Stande, so bleiben hier 101,791 Wärmeeinheiten Wassers. Dieses giebt für die Minute 1,7 Kg. C. Setzen wir daher die Wärmecapacität des Blutes = 1, so würde die Temperaturerhöhung nur 1°,7 C. betragen, wenn selbst nur ein Kilogramm Blut in einer Minute durch meine Lungen ginge. Wir werden aber sehen, daß die innerhalb dieser Zeit durchströmende Blutmasse bedeutend größer ist.

Eine weitere Fortsetzung dieser Berechnungsweise führt aber zu den §. 312. erwähnten Schwierigkeiten, welche die höhere Wärme des Schlagaderblutes darbietet. Martens [3]) der die Lungen als den Verbrennungsheerd betrachtet und mit Recht die hierdurch bedingte geringe Temperaturerhöhung der Athmungsorgane vertheidigt, glaubt einen Beweis seiner Ansicht in jener höheren Wärme des hellrothen Blutes zu finden. Er faßt nämlich die bei Hunden gefundene Thatsache, daß das Arterienblut 0°,8 C. wärmer, als das Venenblut sei, ins Auge, läßt aber den Wärmeverlust, der durch die Temperaturerhöhung der eingeathmeten Luft entsteht, bei Seite. Obgleich seine Bestimmung davon ausgeht, daß der Mensch nur 6 Kilogr. Blut enthält, so führt sie doch zu dem Ergebnisse, daß die Kreislaufsdauer 2½ Minuten betrage. Wir werden in der speciellen Physiologie sehen, daß der erstere Werth viel zu klein, der letztere dagegen zu groß ist.

Eine ähnliche Bestimmungsweise nach den oben angeführten für mich gültigen Resultaten führt zu demselben Ergebnisse. Soll das Venenblut um 0°,8 C. kälter sein als das Arterienblut, so könnten nur $\frac{1,7}{0,8} = 2,1$ Kilogr. Blut innerhalb einer Minute hellroth werden. Da aber das Herz ungefähr 70 Mal innerhalb dieser Zeit schlägt, so würde dann nur der rechte Ventrikel 30 Grm. auf ein Mal fortstoßen. Diese Zahl steht weit unter dem Minimum, das die Capacität des menschlichen Herzens darbietet.

Die Schwierigkeit kann nicht darin liegen, daß man den für den Hund gefundenen Werth auf den Menschen übertragen hat. Denn eine für dieses Thier angestellte Be-

[1]) Martens in dem Bulletin de l'Académie des sciences de Bruxelles. Bruxelles, 1845. 8. p. 529.

[2]) J. R. Mayer, die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Naturkunde. Heilbronn, 1845. 8. S. 79.

[3]) a. a. O. pag. 531.

rechnung führt zu ähnlichen Schlüssen. Die Versuche von Erlach[1]) ergeben, daß stündlich ein junger 943,1 Grm. schwerer Hund im Durchschnitt 1,096 Grm. Kohlensäure für 1 Kilogrm. Körpergewicht entleerte. Der dafür verschluckte Sauerstoff betrug 0,932 Grm. Da aber 1,096 Grm. Kohlensäure 0,2889 Grm. Kohlenstoff enthalten, so wurden noch 0,016 Grm. Wasserstoff elementar analysirt. Wir haben hiernach 3,111 Kilogrm. C. für die Stunde und 0,052 Kilogr. C. für die Minute. Sollte hierdurch das Arterienblut um 0°,8 C. erwärmt werden, so könnten nur 64 bis 65 Grm. Blut in der Minute verändert werden. Das Herz eines solchen Thieres schlägt aber in jener Zeit ungefähr 90 Mal. Die specifische Wärme des venösen Blutes ist übrigens kleiner als die des arteriellen (§. 301.).

Wollen wir daher nicht annehmen, daß der Unterschied des arteriellen und venösen Blutes weniger als 0°8 C. (den Berechnungen nach etwa nur 0°3 C.) beträgt oder daß die Verbrennungswärme des Kohlenstoffes bedeutend größer ist, so müssen wir eine neue Wärmequelle aufsuchen. Die Absorptionswärme könnte hierfür benutzt werden. Wir wissen, daß die Verschluckung eines Gases durch einen festen oder einen flüssigen Körper Wärme frei macht, weil jener Vorgang mit einer Vergrößerung der Dichtigkeit des luftförmigen Körpers verbunden ist. Der Austritt eines Gases hat aus dem gleichen Grunde eine Abkühlung zur Folge. Sollten diese Verhältnisse als Erklärungsgrund benutzt werden können, so müßte die durch die Aufnahme des Sauerstoffes bedingte Wärmeerhöhung größer, als die durch die Kohlensäureausscheidung veranlaßte Temperaturerniedrigung ausfallen. Die Physik giebt noch kein Mittel an die Hand, diesen Gegenstand näher zu prüfen. Man weiß nur, daß Wasser, welches nicht viel Kohlensäure verschluckt, nach Henry um 0°5 C. erwärmt werden soll.

Da die chemische Verbindung des Sauerstoffes mit dem Hämatin die Temperaturerhöhung begünstigen kann, so bleibt es auch aus diesem Grunde denkbar, daß die Temperatur des Schlagaderblutes die des Venenblutes fast um einen Grad übertrifft. Das dunkele Blut kann auch schon deshalb eine niedere Wärme haben, weil es die kälteren von der Haut zurückkommenden Blutmassen enthält.

314 Stellt man sich vor, daß die Leistung der Muskeln und die Größe der Verbrennung auf entsprechende Weise steigen und fallen, so läßt sich leicht zeigen, daß die Natur viel sparsamer, als jede unserer Dampfmaschinen arbeitet. Wir heizen diese zwar stärker, als es die bloße Nothwendigkeit fordert. Allein der überflüssige Aufwand kann unmöglich so groß sein, daß er die bedeutenden Unterschiede, die in dieser Hinsicht hervortreten, ausgliche. Die Vorzüge der Mechanik können allein die Vortheile, die unser Organismus darbietet, bedingen. Wir wollen wieder meinen Körper als Beispiel wählen und alle Werthe so annehmen, daß sie möglichst ungünstig für den lebenden Organismus ausfallen.

Die Pferdekraft, nach der man die Thätigkeit einer Dampfmaschine anzuschlagen pflegt, ist zwar nicht immer die gleiche Einheit. Sie beträgt aber in der Regel 75 Kilogramm auf ein Meter Höhe in der Secunde. Der Steinkohlenverbrauch steigt verhältnißmäßig, je schwächer die Maschine ist. Er beträgt z. B. stündlich 10 Kilogramm bei einer und 550 Kilogrm. bei 200 Pferdekraft. Lassen wir selbst dieses außer Acht und nehmen an, daß unser Körper gleich einer sehr starken Dampfmaschine arbeitet, so erhalten wir für diese für eine Pferdekraft 0,7639 Grm. Kohlen für die Secunde. Da nun im Durchschnitt die englischen Steinkohlen nach Richardson[2]) 80,8% Kohlenstoff und 5,6% Wasserstoff führen, so werden

[1]) C. v. Erlach, Versuche über die Perspiration einiger mit Lungen athmenden Wirbelthiere. Bern, 1846. 4

[2]) J. J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Wöhler. Dritte Aufl. Bd. VIII. Dresden und Leipzig, 1839. 8. S. 457.

hier 0,66 Grm. verbrennenden Kohlenstoffes und Wasserstoffes 75 Kilogrm. auf 1 Meter Höhe in der Secunde emporheben.

Wir haben früher (§. 256.) gesehen, daß ich den Grimselpaß von Meyringen aus in 8 Stunden ohne besondere Anstrengung besteige und hierbei, wenn wir nur die senkrechte Erhebung ins Auge fassen und von der schiefen Richtung des Weges abstrahiren, 74,1 Kg. Km. Nutzeffect liefere. Dieses giebt für die Secunde 2,57 Kilogrm. auf 1 Meter Höhe, mithin nur $\frac{1}{29}$ von einer Pferdekraft der Nebenbeschwerden wegen. Jene wird sonst in der Mechanik zu 6—8 Menschenkraft für gewöhnliche Arbeiten angeschlagen.

Wäre mein Verbrennungsbedarf derselbe, wie der einer sehr kräftigen Dampfmaschine, so müßte ich $\frac{0,66}{29} = 0,0226$ Grm. Kohlenstoff und Wasserstoff in der Secunde oxydiren. Da ich aber 10,573 Grm. Carbon und 0,603 Grm. Wasserstoff in der Stunde in ruhigem Zustande verbrenne (§. 308.), so erhalten wir 0,0031 Grm. für die Secunde. Verdoppelte sich daher auch die Menge meiner Verbrennungsproducte, d. h. stiege sie, da 0,0031 Grm. das Mittel ist, auf das mathematische Maximum, so würde ich immer noch lange nicht ¼ von dem verbrauchen, was die beste Dampfmaschine nöthig hat. Denn wir dürfen nicht vergessen, daß wir den Kohlenbedarf einer Dampfmaschine von 200 und nicht von einer Pferdekraft zum Grunde gelegt haben. Ginge ich auf ebenem Boden und setzte nicht den Marsch 8 Stunden lang fort, so müßte sich natürlich der Vortheil für meinen Organismus bedeutend erhöhen.

315 Dringt eine Flüssigkeit in die feinen Spalträume eines festen Pulvers ein, so wird eine gewisse Menge von Wärme frei. Holz, Wolle, Haare, Seide, Elfenbein und andere organischen Körper eigenen sich gut zu solchen Erfahrungen. Die Wärme steigt in der Regel nach Pouillet um 0°25 bis 0°5 C. Sie kann aber auch eine Höhe von 7 bis 10° C. unter besonders begünstigenden Verhältnissen erreichen. Manche Forscher suchten hierin eine neue Wärmequelle des Organismus. Da aber alle inneren Gewebe fortwährend mit Flüssigkeit durchtränkt sind und höchstens das durch den Ernährungsproceß erzeugte neue Fluidum in Betracht kommen könnte, so sieht man, daß entweder jene Erscheinung gar nicht auf den lebenden Körper angewandt zu werden vermag oder nur höchstens unbedeutende Temperaturschwankungen zu erzeugen im Stande ist.

316 Wirkungen der Wärme und der Kälte. — Die höhere Temperatur der warmblütigen Geschöpfe erhält auch die Thätigkeiten derselben in regelrechtem Gange. Die Körperwärme des Menschen, der Säugethiere und der Vögel ist zwar keineswegs beständig. Sie schwankt sogar in Grenzen, die, wie wir sahen, in calorimetrischer Beziehung von Bedeutung sind. Sie bleibt aber immer hoch genug, um den regelrechten Gang der Lebenserscheinungen des Nervensystems und der Bewegungswerkzeuge möglich zu machen.

317 Sinkt sie dagegen so tief, daß diese Marken überschritten werden, so erlahmen auch die Sinne, das Gehirn und die Muskeln. Verhungernde

Thiere werden immer kälter und apathischer. Die Versuche von Chossat[1]) lehren aber, daß sich diese Erscheinungen wenigstens für den Augenblick beseitigen lassen, wenn man Wärme von außen den ermatteten Geschöpfen zuführt.

Verhungert ein Säugethier oder ein Vogel, so sinkt seine Eigenwärme von Tag zu Tag. Diese Temperaturverminderung erreicht ihre größte Höhe am Todestage. Die Thiere sind dann auch zu Nichts fähig und stehen in keiner Verbindung mehr mit der Außenwelt.

Führt man ihnen mittelst eines eigenen Wasserapparates Wärme zu, so beginnen sie sich schon nach 5 bis 10 Minuten zu erholen und erhalten oft ihre frühere Lebhaftigkeit im Laufe einiger Stunden, die sie in der künstlichen Temperatur zubringen, wieder. Sie öffnen ihre Augen, stellen sich auf, athmen rascher, verzehren ihr dargebotenes Futter, entleeren Harn und Koth und nehmen an Allem, was in ihrer Umgebung vorgeht, Antheil. Ihre Körperwärme steigt zwar bedeutend. Sie erreicht aber weder die Höhe, noch den Grad von Beständigkeit, den gesunde Geschöpfe darbieten. Die Lebensflamme lodert unter diesen Verhältnissen von Neuem auf. Sie erlischt aber auch oft um so rascher. Das Thier verliert in der künstlich erwärmten Vorrichtung weit mehr von seiner Körpermasse und stirbt nicht selten in ihr in kürzerer Zeit. Das Gewicht dem Hungertode vollständig preisgegebener Tauben nahm stündlich um das Doppelte in der künstlichen Wärme ab[2]). Sie eigenet sich aber auch am besten, um Thiere, die durch vollkommene Entziehung von Speisen oder durch unzureichende Nahrung heruntergekommen, mittelst passender Speisen zu ihrer früheren Lebensthätigkeit zurückzuführen.

318 Wärme, Muskelbewegung und Nervenwirkung bilden bis zu einem gewissen Grade Aequivalente, die gleichmäßig fallen und steigen. Eine künstliche Erwärmung, die nicht gewisse, in der speciellen Physiologie anzugebende Grenzen überschreitet, macht den Herzschlag rascher, das Blut röther und die Muskeln kräftiger. Die Reizbarkeit der Bewegungsorgane und der Nerven erhält sich dann länger nach dem Tode[3]). Wir können jedoch nicht diese Thatsachen ohne Weiteres auf den lebenden Körper übertragen, weil hier die Hitze, wie die Kälte manche später zu erwähnende Nebeneinflüsse von wesentlicher Bedeutung anregt.

319 Da der Mensch an allen ihm zugänglichen Punkten des Erdballes längere Zeit zu leben im Stande ist, so muß sein Organismus eine große Breite des Temperaturwechsels ertragen können. Esna in Aegypten hat z. B. eine größte Wärme von 47°,4 C. und Moskau sein Kältemaximum bei — 38°,8 C., Fort Reliance in Nordamerika sogar bei — 56°,7 C. Das Thermometer steigt auf Borneo auf 40°,5 bis 41°,65 C. und in Madras, Pondichery und Oberägypten auf 40° bis 46° C. in den wärm-

---

[1]) Chossat, Recherches sur l'inanition. pag. 182. [2]) Chossat p. 181—183.

[3]) Eine ausführliche Reihe von Versuchen, die in dieser Hinsicht an Fröschen und anderen Thieren angestellt worden sind, findet sich in: R. Brauss, De caloris in organismum actione observationes et experimenta nonnulla. Berolini, 1841. 8. p. 9—25.

sten Monaten. Neger arbeiten noch nach Chalmer[1]) in der Sonnenhitze, wenn die Wärme im Schatten 35° C. beträgt. Personen, die in kälteren Gegenden leben, sind in der Regel einem größeren jährlichen Temperaturwechsel, als die, welche sich unter den Tropen aufhalten, ausgesetzt.

Einige tabellarisch zusammengestellte Beispiele der mittleren Temperatur einzelner Jahreszeiten können uns die Wahrheit des letzteren Satzes anschaulich machen.

Ort.	Geographische nördl. Breite u. östl. Länge von Paris aus.	Höhe über dem Meeresspiegel in Metern.	Mittlere Temperatur in Celsiusgraden. des kältesten Monates.	des wärmsten Monates.	Unterschied der beiden genannten Temperaturen in Celsiusgraden.
Ustjansk	B. 70° 55′ L. 136° 4′	—	— 40,3	+ 13,7	54,0.
Irkuzk	B. 62° 1′ L. 126° 47′	228	— 40,5	+ 20,3	60,8.
Moskau	B. 55° 45′ L. 35° 18′	272	— 10,6	+ 17,6	28,2.
Bern	B. 46° 57′ L. 5° 6′	548	— 2,8	+ 16,6	19,4.
Neapel	B. 40° 51′ L. 11° 55′	55	+ 9,1	+ 24,7	15,6.
Quito	0°,14′ südl. Br. 81° 5′ westl. L.	2914	+ 14,8	+ 16,3	1,5.

Da sich nur diese Werthe auf die mittleren Wärmeverhältnisse der Monate beziehen, o versteht es sich von selbst, daß einzelne Tage wärmer oder kälter sein können, als hier für die Maxima angegeben worden. Die ferneren meteorologischen Studien lehren aber, daß hierdurch nicht das erwähnte Gesetz aufgehoben wird.

320 Die höchsten Wärmegrade, die Menschen oder höhere Thiere einige Zeit lang aushalten, können die Wärme des Blutes bedeutend überschreiten. Die Temperatur der Cajüte betrug nach Adanson bei seinem Aufenthalt am Senegal 50 bis 56° C. am Tage und 37°,5 bis 40° C. in der Nacht. Fordyce hielt ¼ Stunde in einem mit Wasserdampf geheizten Zimmer von 55° C. aus. Solander verweilte 7 Minuten in einer Atmosphäre von 98°,75 C., Banks dieselbe Zeit in 99°,35 C. und Blagden sogar in 126°,68 C. Personen, die Dampfbäder gebrauchen, befinden sich oft in einer Temperatur von 43 bis 62° C.

321 Berührt Wasser unsere Körperoberfläche, so fallen die möglichen Temperaturgrenzen geringer aus, als wenn nur trockene oder feuchte Luft einwirkt. Blagden, Solander und Banks konnten noch einige Zeit die Hand in Wasser von 50°,5 C., nicht aber von 51°,65 C. eingetaucht lassen. Quecksilber zeigte in dieser Hinsicht als Maximum 47° C., Weingeist 54°,5 C. und Oel 54° C. Lemounier war nur 8 Minuten lang

[1]) E. Rigby, Versuch über den Ursprung der thierischen Wärme. Uebersetzt von Diel. Altenburg, 1789. 8. S. 4.

im Stande, in dem heißesten Bade von Barèges, das 44° bis 45°5 C. hat, auszuhalten.

Unser Gefühl zeigt im Durchschnitt die gleiche Skale für mäßige Kälte oder Wärmegrade, sie mögen uns von der Luft oder dem Wasser mitgetheilt werden. Eine Atmosphäre von + 25° bis 28° C. kommt uns sehr heiß vor. Wir nennen ein Bad kalt, wenn es 0° bis 18°,3 C., frisch, wenn es 18°,3 bis 29°,3 C. und warm, sobald es 29°,3 bis 35°,5 C. hat. Flüssigkeiten, welche die zuletzt genannten Wärmegrade besitzen, werden bloß zur augenblicklichen Berührung, zu Douchen gebraucht. Quellen, die, wie der Sprudel in Karlsbad 68°,7 C., die heißesten in Plombières 67° C. oder die in Aachen 50° C. haben, können nur nach einiger Abkühlung zum Baden oder Trinken gebraucht werden. 322

Befindet sich ein Mensch in einer möglichst heißen Atmosphäre, so vergrößert sich die Zahl seiner Herz- und Pulsschläge. Sie können hier eine solche Geschwindigkeit erreichen, daß diese der des heftigsten Fiebers gleichkommt. Verweilte z. B. ein Mensch 10 bis 12 Minuten in einer Wärme von 94° bis 106° C., so klopften seine Schlagadern nach Dobson 145 Mal in der Minute. Heftiges Brennen der Haut, reichliche Schweißbildung, Blutandrang nach dem Kopfe, Schwindel, Schwarzwerden vor den Augen, andere Sinnestäuschungen und selbst Athembeschwerden können solche naturwidrige Zustände begleiten. 323

Da der Aufenthalt in so stark erhitzten Räumen nur kurze Zeit zu dauern vermag, so erwärmt sich auch dann nicht der Körper des Menschen bis zur Temperatur seiner Umgebung. Die reichlichere Schweißbildung, die schnellere Wasserverdunstung an der Haut und die durch die höhere Wärme der Luft verstärkte Dampfbildung in den Lungen wirken überdieß als Abkühlungsmittel entgegen. Diese Einflüsse müssen aber ihren größten Spielraum in einer trockenen und ihre geringste Wirksamkeit in der mit Wasserdampf gesättigten Luft finden. Thiere verlieren daher in dieser nach De la Roche und Berger weniger an Körpergewicht, als in jener.

Uebersteigt die Hitze den Widerstandsgrad der organischen Theile, so werden sie auf physikalischem oder chemischem Wege zu Grunde gerichtet. Verbrennen wir uns z. B. den Finger, so wird das nöthige Durchtränkungswasser einem Theile seiner Gewebe entzogen. Die hierdurch veränderten Nerven, deren Inhalt vielleicht auch chemisch umgesetzt ist, erregen die heftigsten Schmerzen. Das Blut wird mit größerer Gewalt gegen die dichtere Verbrennungsstelle getrieben. Die Schlagadern ihrer Umgebung klopfen heftiger; es erzeugt sich ein entzündlicher Zustand, der Blasenbildung oder Eiterung herbeiführt. Tauchen wir den verbrannten Finger in kaltes Wasser, so hört der Schmerz auf. Wird auf diese Weise die Luft eine Zeit lang abgehalten, so können die Theile von Neuem durchweichen und in ihren früheren Zustand zurückkehren. Die günstige Wirkung, welche Oele oder Baumwolle bei Verbrennungen darbieten, kann möglicher Weise davon herrühren, daß hierdurch die Wasserverdunstung gehindert und die Möglichkeit der Durchtränkung von innen heraus begünstigt wird. Hat sich eine Brandblase gebildet, so stirbt die Oberhaut ab und schält sich in 324

der Folge los. Eiterungen, die nach solchen Unglücksfällen entstehen, hinterlassen zusammengezogene und sternförmige Narben, die nicht selten bedeutende Verunstaltungen nach sich ziehen.

325 Die einzelnen Gebilde des lebenden Körpers können gleich anderen organischen Stoffen durch die Einwirkung des Feuers oder mancher chemisch-wirkender Verbindungen, wie der Schwefelsäure, verkohlen. Sie verlieren hierbei schnell einen Theil ihrer Feuchtigkeit, werden schwarz und unkenntlich und können sich nicht mehr an den Lebenserscheinungen bethätigen. Ist noch Heilung möglich, so löst sie die Eiterung, die in ihrer Umgebung entsteht, gleich brandigen Stücken los und entfernt sie von dem Körper.

Die Chirurgie benutzt häufig die Verkohlung organischer Theile zu bestimmten Zwecken. Wir zerstören den Nerven eines verödeten Zahnes, zu dem wir durch kein schneidendes Werkzeug gelangen können, mittelst eines glühenden Metalles oder einer chemisch ätzenden Substanz, wie einer Mineralsäure oder des Kreosotes. Wir entfernen dem Messer unzugängliche Ueberreste auf ähnliche Weise. Da ein Brandschorf eine schützende und fest anhaftende Kruste in kürzester Zeit erzeugt, so dient auch das Glüheisen am besten, heftige Blutungen zu stillen. Die Entzündung und Eiterung, die ein solches Verbrennen nach sich zieht, leitet die Blutmasse von inneren kranken Organen ab. Glüheisen, Moren und ähnliche Hilfsmittel werden daher zur Erzeugung von Gegenreizen bei freiwilligem Hinken, organischen Gelenkleiden, tiefen Eiterungen, anhaltenden Nervenstörungen und in vielen anderen Krankheiten zu Hilfe gezogen.

Streicht ein weißglühendes Eisen über die Haut dahin, so trocknet es die mit ihm in Berührung kommenden Gewebe im Augenblicke aus, verkohlt sie und schneidet daher gleich einem scharfen Instrumente durch. Ein rothglühendes wirkt dagegen schon unvollständiger und zersägt gleichsam mehr die lebenden Theile. Die Wunden, die es veranlaßt, werden daher im Allgemeinen schmerzhafter und heilen langsamer. Die More endlich, deren Wärme allmählig anlangt und nach und nach und unvollkommener die Feuchtigkeit der organischen Gebilde vertreibt, gehört zu den verhältnißmäßig empfindlichsten Wirkungsweisen des Feuers, deren sich die Chirurgie bedient. Die größere Nervenreizung, die bei ihr mit einer kleineren Wundfläche verbunden ist, macht sie aber eben deshalb zu einem schätzbareren Mittel, als das Glüheisen oder die chemische Aetzung.

326 Wirkt plötzlich eine große Hitze auf den Menschen ein, so verbrennen einzelne Theile desselben zu Kohle, während andere verdorren und vollkommen unkenntlich werden. Da die Flüssigkeiten sehr rasch in Dämpfe von hoher Temperatur und bedeutender Spannkraft verwandelt werden, so können einzelne Stücke explosionsartig zerreißen. Die Bauchhöhle berstet auf diese Weise. Der ganze Körper kann in solchen Fällen, wie sie bei großen Eisenbahnunglücken vorgekommen sind[1]), bis auf wenige Ueberreste verzehrt werden. Die Fragmente der Leichen lassen oft nicht mehr das Geschlecht, geschweige denn die Personen erkennen.

Die Selbstverbrennung einzelner Menschen bildet eine im Ganzen räthselhafte Erscheinung. Man beobachtet nämlich hin und wieder, daß manche Personen plötzlich in Feuer aufgehen oder daß sich wenigstens einzelne Theile ihres Körpers verkohlen[2]). Es sind meist Leute, die sich schon längere Zeit an den Genuß größerer Mengen von weingeisthaltigen Getränken gewöhnt haben. Das Unglück traf jedoch auch bisweilen Personen, die sich keinen solchen Lebenswandel zu Schulden kommen ließen. Das unvorsichtige Zu-

---

[1]) Siehe z. B. den Bericht von Magendie über das auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles im Jahre 1842 vorgekommene Unglück in der Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. XX. Hamburg, 1842. 8. S. 264.

[2]) Vergl. z. B. B. Frank, De combustione spontanea corporis humani. Gottingae, 1841. 4.

sammentreffen mit äußeren brennenden Gegenständen trug häufig die Schuld des Unfalls. Wenn es aber wahr ist, daß diese Ursache manches Mal nicht wirkte, so dürfte die gegenwärtige Physiologie noch keine genügende Erklärung abgeben können. Es wäre möglich, daß eine eigene Zersetzung des Blutes oder der Körpermasse der Erscheinung zum Grunde läge. Sie könnte pyrophorische Gase entbinden oder die Wärmecapacität dergestalt ändern, daß die Verkohlung bei geringen Veranlassungen zu Stande käme.

327 Der Körper des Menschen gedeiht am besten in mäßigen Wärmegraden. Der Kreislauf und die Athmung erhalten sich hierbei in ihren günstigsten Grenzen. Das Blut wird rasch genug durch seine Röhrenleitungen getrieben. Die geregelte Bildung der Kohlensäure, die nicht zu große Abdampfung von Wasser und die geringere äußere Abkühlung macht keinen übertriebenen Speisebedarf nothwendig. Die Nervengebilde erhalten ihr nothwendiges Maaß von Nahrung und Belebung. Da Nichts für die Gegenwirkungen wider die Eingriffe der Außenwelt verloren geht, so kann alles Dargebotene als Nutzeffect der Lebensthätigkeiten verwendet werden.

328 Eine große Hitze oder eine bedeutende Kälte ändert dieses glückliche Gleichgewichtsverhältniß. Die Natur hat deshalb eine Reihe von Anordnungen getroffen, welche die Uebelstände, so weit es angeht, auszugleichen suchen. Sie verlieh zwar in dieser Hinsicht dem Menschen und den Thieren mancherlei Hilfsmittel. Wir wurden aber hierbei sparsamer bedacht, weil unsere Einsicht Vieles, was der Instinct der Thiere nicht zu Stande bringt, mit Leichtigkeit vollführen kann.

329 Eine Hülle schlechter Wärmeleiter, eine aus Horn und Fett bestehende Schutzmasse umgiebt die zarteren und für die Lebensverrichtungen einflußreicheren Theile. Da die Oberhaut eine nur verhältnißmäßig dünne Hornlage bildet, so kommen die Haare als Ergänzungsmittel zu Hilfe. Sie bilden in vielen Thieren einen ausgedehnten Pelz und eine den Kopf warmhaltende Mütze im Menschen. Die Achselhöhle, der Schaamberg und das Gesicht des Mannes müssen sich ähnlicher Wärmevortheile erfreuen. Der Mangel an Blutgefäßen, die eigenthümliche Form und die dichte Stellung machen es möglich, daß die Haare einen bedeutenden Schutz bei kleiner Masse gewähren. Das Fett, das zu anderen mechanischen Zwecken vorhanden ist (§. 70.), kann zugleich der Eigenwärme in doppelter Hinsicht dienen. Es bildet eine schützende, warmhaltende Scheidewand und wird im Nothfalle als Verbrennungsmaterial selbst benutzt. Ein Kahlkopf erkältet sich daher leicht; ein magerer Mensch friert eher, als ein fetter; ein hungerndes Geschöpf verliert zuerst sein Fett, um seinen Bedarf an auszuhauchender Kohlensäure zu sichern.

330 Die specifische Wärme der Haut ist, wenigstens nach älteren Erfahrungen, kleiner, als die des Blutes (§. 301.). Sie erkaltet daher eher, als jene Flüssigkeit, die unseren Körper in unzähligen Strömen durchsetzt. Die Abkühlung, welche die Rückkehr des Hautvenenblutes zu Folge hat, wird hierdurch verringert. Da aber auch die Wärmecapacität der inneren festen Organe unter der des Blutes steht, so werden sie ihre Wärme leichter behaupten, wenn sie verhältnißmäßig mehr Blut aufnehmen und durch Horngewebe und Fett gehörig geschützt sind. Die mechanische Un-

gleichheit der einzelnen Gewebtheile muß überdies die Beständigkeit der Temperatur begünstigen.

331 Die Bildung der Wasserdämpfe, die an der Haut und in den Lungen vor sich geht, ist ein schon früher beleuchtetes Verbesserungsmittel, das vorzüglich in der Hitze günstig wirkt. Die Labilität, welche allen organischen Geschöpfen verliehen ist, erscheint aber auch in dieser Hinsicht als die Hauptsache, die wir in's Auge zu fassen haben.

332 Da Muskelbewegung und Wärmeentwickelung Hand in Hand gehen (§. 318.), so haben wir hierin ein Mittel, um unsere Zustände den Einflüssen der Außenwelt anzupassen. Wir werden die Hitze durch Ruhe, die Kälte dagegen durch Bewegung bekämpfen. Da wir zugleich eine kleinere Gewichtsquantität von Sauerstoff in der Wärme einathmen, so ertragen wir die Hitze bei sparsamer Nahrung leichter. Wir sind aber dann schwächer, sobald wir das geringer zugemessene Quantum von Sauerstoff zu Bewegung verwenden wollen. Ein und derselbe Arbeiter leistet daher weniger unter den Tropen, als in kälteren Zonen (§. 261.), in denen er mehr ißt, und mehr Sauerstoff dem Gewichte nach einführt.

333 Der Wechsel der örtlichen Blutvertheilung macht es endlich noch möglich, daß das Hauptziel der behaglichen Wärme erreicht werde. Die Hitze beschleunigt den Durchgang der Blutmasse durch die feinen Blutgefäßröhren der Haut (§. 114.). Die verbessernde Bildung und Verdunstung des Schweißes folgt daher auf dem Fuße nach. Die Kälte erzeugt im Anfange den entgegengesetzten Erfolg. Allein eine in ihren letzten Ursachen noch nicht erklärte Gegenwirkung, die durch den Einfluß der Muskelbewegung wesentlich gefördert wird, erhöht die Schnelligkeit der Blutbewegung, vergrößert den durch eine bedeutendere Sauerstoffeinnahme möglich gemachten Verbrennungsproceß und erwärmt uns bald im ganzen Körper. Da aber diese Reaction mehr verzehrt, so fordert sie auch eine größere Menge von Nahrungsmitteln.

334 Aeußere Heizung, Bewegung und Nahrung bilden deshalb auch drei Aequivalente, mit denen wir die Widerstände der Temperatur der Umgebung bekämpfen, um uns in die durch eine behagliche Wärme bedingten Verhältnisse zu versetzen. Wir kleiden uns mit schlechten Wärmeleitern, wie Hanf, Flachs, Seide, Wolle und ähnlichen Substanzen, die wir den organischen Reichen entlehnen. Wir verschließen die Räume, die wir im Winter bewohnen, mit Körpern, welche die Wärme schwer entlassen. Der Nordländer und der Bewohner der Hochalpen baut daher seine Häuser aus Holz, der Südländer dagegen aus Stein. Jener wählt große und dicke Oefen, welche die Wärme langsam aufnehmen und nur allmählig verlieren, dieser dagegen kleine eiserne, die sich schnell erhitzen und rasch erkalten. Während die Wärme den Südländer zur Siesta zwingt, bleibt der Einwohner des hohen Nordens rüstiger und kräftiger. Jener wird von selbst mäßiger, dieser dagegen eher durch das Klima zu vielem Essen und zu dem Genusse des Branntweins geführt. Er verträgt auch Diätfehler der Art besser, als der Bewohner freundlicherer und heiterer Himmelsstriche, der nur viel Wasser in seinen Körper einzuführen braucht.

Die öconomischen Verhältnisse nöthigen uns, die Hölzer und die Kohlenproducte des Pflanzenreiches als Heizungsmittel zu wählen. Die Verbrennungswärme, welche sie liefern, bildet daher in dieser Hinsicht eine Haupteigenschaft. Feuchtes Holz heizt zwar weniger als getrocknetes. Zieht man aber den Wassergehalt von der angewandten Masse ab, so scheint immer nach Rumford dieselbe Verbrennungswärme wenigstens annähernd herauszukommen.

Vergleichen wir die freilich nicht hinreichend sicher bestimmten Wärmeeinheiten, welche einzelne Hauptsubstanzen liefern, so erhalten wir:

Substanz.	Wärmeeinheiten für 1 Grm. Substanz, 1 Kilogr. Wasser u. 1° C.	Substanz.	Wärmeeinheiten für 1 Grm. Substanz, 1 Kilogr. Wasser u. 1° C.
Trockenes Holz	36,66.	Steinkohlen bester Art	70,50.
Lufttrockenes Holz mit 20% Wasser	29,45.	Coaks	63,45.
Dsgl. mit 25% Wasser	26,00.	Torf	15,00.
Holzkohlen	70,50.		

Die Wärmemenge des Birkenholzes verhält sich nach Bull zu der des Fichtenholzes = 1 : 1,12. Die Buche giebt in dieser Hinsicht 1,35, die Esche 1,60 und die Eiche 1,80 oder nach Chevandier[1]) 1,60.

Die Nothwendigkeit der äußeren Heizung hängt übrigens in hohem Grade von der Gewohnheit ab. Obgleich die Tropenwärme des Nachts in geringerem Grade sinkt, so friert doch hierdurch der Mensch verhältnißmäßig bedeutender. Ein Reisender, der sich eine Zeit lang unter dem Aequator aufgehalten hat, ist im Anfange für Kälte weit empfindlicher, als ein Individuum, das nie die gemäßigten Himmelsstriche verlassen hat.

Die Verbesserungsmittel, die uns zu Gebote stehen, können eher die Kälte, als die Wärme überwinden. Nehmen wir 17° C. als die behagliche Mitteltemperatur an, so werden schon 10° C. mehr in hohem Maaße beschwerlich. Wir können uns aber noch mit Bequemlichkeit bei 0° C. vor allen Unannehmlichkeiten schützen und selbst Kältegrade, die unter dem Gefrierpunkte stehen, einige Zeit aushalten. 335

Erliegen wir der Hitze, so werden wir nicht nur schwächer, sondern es kann auch die Veränderung des Blutlaufes fernere Unordnungen nach sich ziehen. Es bilden sich dann leicht Congestionen nach dem Kopfe oder der Brust. Schlagflüsse und Blutstürze folgen daher unter begünstigenden Verhältnissen nach. Die vermehrte Ausscheidung von Ernährungsflüssigkeit ist im Stande, Anschwellungen der Augenlider, der Hände, der Füße oder selbst eines großen Theiles der Gesammtoberfläche des Körpers zur Folge zu haben. Wird die Verdampfung des Schweißes durch warme Decken gehindert, so erzeugen sich leicht Wasserbläschen. Ein unangenehmes Gefühl von Prickeln begleitet den unnatürlichen Zustand. Die Athmung wird mühsamer, der Schweiß reichlicher und der Harn sparsamer. Wäßrige und schleimigte Ausscheidungen, die sonst auf anderen Wegen erfolgten, hören auf diese Weise auf. Wir heilen daher bisweilen Katarrhe

[1]) l'Institut. 1845. Nro. 578. p. 29.

oder Diarrhöen, Wassersuchtergüsse oder andere unpassende flüssige Ablagerungen durch anhaltendes Schwitzen.

Wirkt nur die innerhalb gewisser Grenzen bleibende Wärme örtlich ein, so werden natürlich die allgemeinen Reactionen geringer. Da aber die höhere Temperatur den Durchgang von Flüssigkeiten in hohem Grade begünstigt (§. 114.), so muß auch der Blutlauf eines auf solche Art behandelten Theiles beschleunigt werden. Man kann auf diesem Wege alle Vortheile, die eine unserer Eigenwärme nahe stehende Temperatur darbietet, benutzen, ohne sich der Gefahr übermäßiger Wirkungen auszusetzen.

Wir befördern daher die Aufsaugung von Wasserergüssen, die Heilung von Wunden, die Bildung des Eiters und anderer Absonderungen durch warme Umschläge. Amputationsstümpfe, die fortwährend in geheizten Kästen gehalten werden, heilen nach Breschet früher und zwar meistentheils durch die erste Vereinigung.

Der schon längst von den Aerzten bemerkte Unterschied zwischen feuchten und trockenen Ueberschlägen, z. B. von Breiumschlägen und Kräuterkissen, beruht wahrscheinlich, so weit er von der Temperatur abhängt, auf der Wärmecapacität der angewandten Substanzen. Da die specifische Wärme der vollkommen trockenen organischen Stoffe kleiner wie 1 ist, so muß sie sich durch die Wasserdurchtränkung vergrößern. Ein Breiumschlag giebt daher mehr Wärme ab, erkaltet später, verliert seine Temperatur allmähliger und durchwärmt gleichförmiger, als ein trockenes Kräuterkissen.

Da 1 Kilogramm Eis 79° C. nöthig hat, um in Wasser von 0° C. überzugehen (§. 300.), so erklärt sich von selbst, welchen Vortheil die Anwendung dieses Körpers als Kühlungsmittel gewährt. Wir benutzen nicht bloß seine niedere Temperatur, sondern auch den Wärmeverlust, den seine Schmelzung erfordert. Die Eisblase, die ein Nervenfieberkranker auf dem Kopfe hat, wirkt am günstigsten, während das Eis flüssig wird. Hat es sich dagegen schon in Wasser verwandelt, so erwärmt es sich in verhältnißmäßig kurzer Zeit.

Der Vorschlag, eine Salzlösung als kühlenden Umschlag zu gebrauchen, kann sich nicht auf die Verhältnisse der Wärmecapacität beziehen. Denn sie beträgt nur nach Dalton 0,78, wenn 1 Theil Kochsalz auf 4 Theile Wassers kommen. Die im Augenblicke der Auflösung erzeugte Kälte oder die reizenden Eigenschaften der Salzlösung wären hier allein in Betracht zu ziehen.

Flüchtige Körper, wie Weingeist oder Aether, und zum Theil die verschiedenen Arten von Essig kühlen durch die latente Wärme, die ihre Dampfbildung nach sich zieht, ab. 1 Grm. Weingeist verschluckt nach Brix bei dem Verdunsten 214, und 1 Grm. Schwefeläther 90 Celsius'sche Wärmegrade. Da aber der Siedepunkt des Alkohols bei 79,7° C. und der des Schwefeläthers bei 37°,8 C. liegt, so verdampfen diese Flüssigkeiten an unserer Haut rascher, als Wasser. Ist auch die latente Wärme ihrer Dünste geringer, so kühlen sie doch deshalb in derselben Zeit stärker ab.

336 Befinden wir uns in der Kälte, so verlieren zunächst diejenigen Theile, welche mit der niedrig temperirten Umgebung in Verbindung stehen, ihre durch den Verbrennungsproceß des Körpers gelieferte Wärme. Die Atmosphäre erniedrigt die Temperatur unserer Haut und unseres Athems. Eine wäßrige und salzreiche Absonderung fließt aus der Nase; eine verdünntere Thränenmischung tritt zur Augenlidspalte hervor. Wir frieren zuerst an den Füßen, die mit dem Boden in fortwährender Berührung stehen. Die Zehen, die Finger, die Nase, die Wangen und die Ohren werden am leichtesten ergriffen, weil sie große Oberflächen im Verhältniß zu ihrer Masse darbieten. Führt auf der Stelle ein Wind die durch den Organismus erwärmten Luftschichten fort, so greift die Kälte stärker an. Warme Südwinde werden auch aus den gleichen Gründen in heißen Sommertagen unerträglicher.

Ist die Haut bis zu einem gewissen Grade erkaltet, so verlangsamt sich der Blutlauf ihrer Capillargefäße. Das Blut wird dunkelroth und

die Lippen, die Fingerspitzen, die Wangen erhalten daher eine violette Färbung. Die Stockung des Blutes wirkt auf die empfindenden Nerven, deren flüssiger, öligter Inhalt bei seinem niederen Schmelzpunkte zu gewinnen anfängt, zurück. Die Kälte schneidet im Anfange ein und betäubt endlich alles Gefühl. Die Muskeln zittern zuerst, erstarren dann und versagen ihren gewohnten Dienst. Allgemeine oder örtliche Bewegung hebt diesen Uebelstand am leichtesten. Man erwärmt daher seinen Körper durch Gehen. Man stellt die Temperatur seiner Hände her, indem man sie reibt oder die Arme kreuzweise zusammenschlägt.

Der Unterschied zwischen den Einflüssen der Luft und des Wassers, den wir in den Wirkungen der Hitze bemerkt haben (§§. 320. 321.), kehrt auch für die Kälte wieder. Eine Atmosphärenwärme von + 8° C. wird von den meisten Menschen leicht ertragen. Ein kaltes Bad von + 8° C. erfordert dagegen schon besondere Uebung. Die Gewohnheit bestimmt übrigens auch hier viele Erscheinungen. Während ich z. B. sonst gegen Kälte empfindlich bin, ertrage ich mehrere Minuten lang Flußbäder von 8° bis 9° C. ohne Beschwerde. So kaltes Wasser erzeugt manchen Menschen Schwindel, anderen Wadenkrämpfe oder völlige Erstarrung der Muskeln, so daß sie dann zu schwimmen außer Stande sind. Der Puls wird kleiner und schwächer. Ich vermisse ihn nur augenblicklich, wenn ich mich selbst in dem von den Gletschern genährten Aarwasser von 8 — 10° C. befinde, und meine Radialschlagader unter Wasser aufsuche. Herpin [1]) giebt an, daß er in dem Arvewasser von 11 — 13° C. gänzlich schwindet. Die Athembeschwerden, die sich im Anfange einstellen, verlieren sich bald. Die Röthung der Haut und die blaue Farbe der Lippen dagegen dauern länger fort.

337 Greift die örtliche Kälte tiefer ein, so gehen die Theile an Brand zu Grunde. Die Stockung des Blutes erzeugt die gleichen Folgen, wie wenn alle Schlagadern unterbunden worden wären. Die Theile entfärben sich mehr und mehr und verlieren ihr Gefühl in immer stärkerem Maaße. Sie werden endlich schwarz und vertrockenen mumienartig oder gehen in feuchten Brand über. Ist dieses geschehen, so sind sie dem Organismus fremd geworden. Es bildet sich Entzündung und Eiterung in ihrer Nachbarschaft. Eine eiterige oder jauchigte Absonderung scheidet das Lebende vom Todten. Ganze Füße lösen sich auf diese Weise von selbst in den Gelenken los. Trifft die Begrenzungslinie die Mitte von Röhrenknochen, wie des Unterschenkels, so braucht sie oft nur der Chirurg zu durchsägen, um die Ablösung zu vollenden. Denn die Natur selbst hat schon die Weichgebilde zerstört. Die Ohren, die Nase, die Finger und Zehen sind aber dem Erfrieren aus den schon früher (§. 336.) angeführten Gründen am leichtesten ausgesetzt.

338 Werden die Wirkungen der Kälte allgemeiner, so sinkt auch die Temperatur der inneren Organe immer tiefer. Die Kraft des Herzens und der Athmung erlahmt alsdann. Enthält auch dasselbe Volumen sehr kalter Luft eine größere Menge von Gewichtstheilen Sauerstoff, so sinkt doch der Verbrennungsproceß des Körpers, weil zu wenig Atmosphäre in die Lungen eingeführt und zu wenig Blut durch die Athmungswerkzeuge geleitet wird. Dieses bleibt venöser, wirkt schädlich auf das Gehirn und erzeugt Schläfrigkeit, die nur noch mehr die Muskelbewegung zurückdrängt.

---

[1]) Herpin in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nro. 703. S. 336.

Giebt sich der Mensch der Neigung zum Schlafe hin, so verscherzt er sich sein letztes selbstständiges Rettungsmittel, die Thätigkeit seiner Bewegungswerkzeuge. Er schläft ein, um nicht mehr zu erwachen. Genießt er in der Kälte so viel Branntwein, daß er hierdurch betäubt wird, so geht er nur um so sicherer seinem Unglück entgegen.

Bedeutende Kältegrade können aber auch das Nervensystem auf unmittelbare Weise beeinträchtigen. Die Erstarrung des flüssigen Nerveninhaltes lähmt nicht bloß die Thätigkeiten, die von ihm abhängen, sondern bildet auch wahrscheinlich die Hauptursache des Wahnsinns, der nicht selten dem Erfrierungstode vorangeht. Die Wirkungen der Verzweifelung finden ihren geeigneten Mutterboden in den auskrystallisirenden Fettgebilden der großen Gehirnmassen.

339 Erkaltet die Leiche eines Erfrorenen durch und durch, so erstarrt sie binnen Kurzem. Da der Schmelzpunkt des Blutes bei — 3°,9 C. nach Kirwan liegt, so bilden sich leicht Eiskrystalle, welche weichere Gewebe, wie die des Gehirns, des Glaskörpers, der Muskeln, zerreißen. Thaut man deshalb einen Leichnahm der Art auf, so findet man viele seiner Theile mürber, als sonst.

Die Stellung, welche die Glieder eines Erfrorenen einnehmen, hängt von vielen Zufälligkeiten ab. Sie entspricht oft den Verhältnissen, die sich im Schlafe darbieten. Der Mensch beugt aber in diesem Falle seine unteren Extremitäten, die von erstarrten Fröschen dagegen sind häufig gestreckt. Man muß sich daher hüten, die an einzelnen Thieren beobachteten Erscheinungen auf unseren Organismus überzutragen.

Wollen wir einen Erfrorenen in's Leben zurückrufen, so haben wir jeden plötzlichen Wärmeübergang zu vermeiden, weil sonst die schwach glimmende Lebensflamme erschöpft wird (§. 317.). Wir bringen ihn daher in ein kaltes Zimmer, und reiben ihn mit einem wenig erhitzten schlechten Wärmeleiter, wie Schnee, Tüchern oder wollenen Decken. Kehrt seine Lebensthätigkeit wieder, so suchen wir allen äußeren Wärmeverlust möglichst zu verringern, damit der innere Verbrennungsproceß den krankhaften Zustand entferne. Wir beleben den Kreislauf durch äußere Reizmittel oder durch innere anregende Medicamente, wie Ammoniakverbindungen, Campher, Weingeist und ähnliche Substanzen. Das empyreumatische Wasser, die Kohle, das Chlor, das wir bei örtlicher Erfrierung anwenden, soll den Fäulnißproceß, den die Stockung des Blutes nach sich zieht, hemmen.

340 Physikalische Wirkungen der Wärme. — Viele der einflußreichsten physikalischen Erscheinungen der Wärme, wie das Leitungsvermögen, die Absorptionskraft, die Fähigkeit, gewisse Wärmestrahlen aufzunehmen, andere dagegen durchzulassen (Diathermansie), und ähnliche Verhältnisse sind fast noch gar nicht genauer für die organischen Substanzen unseres Körpers bestimmt. Wir besitzen höchstens einzelne bruchstückweise Mittheilungen, die nur wenige physiologische Anwendungen gestatten.

341 Nimmt man an, daß die Zeit, innerhalb der eine Masse erkaltet, in umgekehrtem Verhältnisse ihres Leitungsvermögens zunimmt, so können wenigstens die freilich unvollständigen älteren Erfahrungen von Rumford und Böckmann[1]) einen ungefähren Begriff über das Verhalten mancher thierischen Theile liefern. Brauchte ein Körper 576 Secunden,

[1]) Muncke in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. X. Abtheilung I. Leipzig, 1841. 8. S 467 fgg.

um sich in der Luft von 12°5 C. auf 87°5 C. durch siedendes Wasser zu erwärmen, so waren hierzu nach Rumford 783 Secunden nöthig, sobald er mit 16 Gran Leinwand umwickelt wurde. Baumwollengarn ergab für die gleichen Verhältnisse 852, Leinengarn 873, Nähseide 917, Wollengarn 934, fein gezupfte Leinwand 1032, Baumwolle 1046, Schaafwolle 1118, zerzupfter Taffent 1169, Biberhaare 1269, Eiderdaunen 1305 und Haasenhaare 1315. Setzt man das Leitungsvermögen des Wismuth = 1, so erhält man nach Böckmann für Wachs 0,365, für Unschlitt 0,394, für Kochsalzsoole 0,389, für reines Wasser 0,414 und für schwärzliches Horn 0,591. Die allgemeine Anwendung dieser Angaben auf die Verhältnisse unserer natürlichen und künstlichen Erwärmung ergiebt sich von selbst. Es kann jedoch jenen Zahlen kein vollkommener Werth beigelegt werden, weil die Versuchsmethoden, auf denen sie beruhen, unvollkommen sind und nicht selten die Werthe, die Rumford und Böckmann für dieselbe Substanz erhielten, auf wesentliche Weise abweichen.

342 Zu anderen Zwecken unternommene Versuche von Brücke[1]) ergaben, daß die Hornhaut keine Strahlen einer dunkelen Wärmequelle durchließ. Setzte man sie aber einem leuchtenden Wärmeerzeuger aus, so verhielt sich die Ablenkung der Magnetnadel zu der, welche ohne den thierischen Theil zu Stande kam, = 1 : 5 bis 6. Die Linse verschluckte ungefähr das Sechsfache. Eine Verbindung von ihr und der Hornhaut dagegen nahm alle durch die Magnetnadel wahrnehmbaren Wärmestrahlen auf.

343 Die Volumensveränderungen, welche der Wechsel der Temperatur erzeugt, sind schon genauer bekannt. Bedenken wir, daß sich das Tannenholz, wenn es von 0° bis 100° C. erwärmt wird, um 0,000352 seiner Länge oder um 0,001056 seines Umfanges ausdehnt und keine wesentlich größeren Werthe für die thierischen Festgebilde auftreten können, so sieht man leicht, daß diese Art von Erscheinungen keinen irgend merklichen Einfluß auf die regelrechten physiologischen Verhältnisse auszuüben vermag.

Die Folgen, welche die Wärme oder Kälte für die Cohäsion und das Volumen tropfbarer Flüssigkeiten nach sich zieht, erhalten schon eine größere Wichtigkeit für die Lebensverhältnisse. Reines Wasser hat seine größte Dichtigkeit bei 4° C., d. h. es nimmt dann den kleinsten Raum für ein bestimmtes Gewicht ein. Beträgt der Barometerstand 760 Mm., so friert es bei 0° C. und kocht bei 100° C. Alle drei Werthe ändern sich aber, so wie es einen festen Körper aufgelöst enthält. Sein größter Dichtigkeitswerth und sein Gefrierpunkt sinken dann, während sein Kochpunkt steigt. Die thierischen Flüssigkeiten, die mechanische oder chemische Verbindungen des Wassers mit festen Körpern bilden, müssen ähnliche Erscheinungen darbieten. Liegt aber der Schmelzpunkt des Blutes bei 3°9 C. (§. 339.), so gleicht es hierin, wenn man Desprez's Bestimmungen zum Grunde legt, einer Lösung, die 6,68% Kochsalz und 93,32% Wasser enthält.

---

[1]) Brücke in Müller's Archiv. 1845. S. 272.

Eine Salzlösung dehnt sich in Folge der Wärme anders aus, als reines Wasser. Die Dichtigkeiten ändern sich daher in beiden in ungleichem Grade. Legt man den Zustand, wie er bei 0° C. ist, zum Grunde, so hat das destillirte Wasser bei 37°5 C. ein Volumen von 1,006625, künstliches Meerwasser dagegen 1,007926. Bestimmt man daher, wie gewöhnlich, die Eigenschwere des Blutes bei einer unter unserer Körperwärme stehenden Temperatur, so muß man eine größere Ausdehnung für das lebende Blut, als für bloßes Wasser annehmen.

341 Die Umfangsveränderung der Gase spielt eine wichtige Rolle in allen physiologisch-eudiometrischen Bestimmungen. Erwärmt man 1 Volumen reiner trockener Luft von 0° auf 100° C., so verwandelt es sich in 1,3665 Volumen. Dieser Werth ist auch für den Sauerstoff gültig. Er erhöht sich dagegen, wenn man sich an Regnault's Mittelzahlen hält, auf 1,37099 für die Kohlensäure und auf 1,36678 für den Wasserstoff.

Man setzt in der Physik voraus, daß die Ausdehnung für jeden Wärmegrad der gleiche bleibt. Ist auch noch nicht diese Annahme mit mathematischer Strenge bewiesen, so sind doch die möglichen Abweichungen so gering, daß sie kaum bei physiologischen und chemischen Untersuchungen in Betracht kommen. Die atmosphärische Luft und der Sauerstoff werden sich daher für jeden Celsiusgrad um 0,003665 und die Kohlensäure um 0,0037099 ausdehnen.

Anhang Nr. 18.

Denken wir uns, ich athmete 100 Cubikcentimeter trockener Luft von 15° C. ein und lieferte dafür ein Gasgemenge, das, auf 15° C. abgekühlt, 4% Kohlensäure, 16,111% Sauerstoff und 79,185% Stickstoff, mithin im Ganzen nur 99,296% wegen der später zu erläuternden Luftverminderung enthält, so würde meine Ausathmung, die ursprünglich 37°5 C. hat, 108,298 C. C. betragen, wenn das Gas trocken bliebe. Da es aber zugleich mit Wasserdampf gesättigt wird, so muß hierdurch eine neue Volumensveränderung bedingt werden (§. 180.). Betrüge der Barometerstand 720 Mm., so würden dann 113,881 C. C. Ausathmungsluft statt der eingenommenen 100 C. C. vollkommen trockenen Gases hervorströmen. Wäre dieses von vorn herein mit Wasserdampf für seinen Wärmegrad gesättigt gewesen, so hätte es einen Rauminhalt von 101,795 C. C. eingenommen und sich daher um 12,086 C. C. durch die Athmungseinflüsse ausgedehnt.

Anhang Nr. 19 u. 20.

Magnetismus und Elektricität.

345 Magnetismus. — Der menschliche Körper besitzt keine magnetischen Eigenschaften. Magnetisch gemachtes Eisen wirkt auch nicht auf ihn in irgend auffallender Weise. Ich konnte wenigstens nicht den geringsten Erfolg, wenn ich kleinere oder große Magnete auf mein Auge, mein Ohr oder andere Theile einwirken ließ, wahrnehmen. Es versteht sich aber von selbst, daß chemische oder andere Einflüsse, die vom Organismus ausgehen und einen elektrischen Multiplicator durchsetzen, die Magnetnadel

ablenken. Was Viele mit dem Namen des thierischen Magnetismus bezeichnen, hat Nichts mit dem mineralischen gemein. Es beruht theils auf Täuschung, theils aber auch auf Erscheinungen, deren Darstellung in die Nervenlehre gehört.

Einzelne Schriftsteller geben an, daß man rheumatische oder nervöse Leiden durch zweckmäßiges Bestreichen mit einem Magnete heilen könne. Eine genaue naturwissenschaftliche Prüfung der Ergebnisse muß in Zukunft lehren, inwiefern diese Erscheinungen begründet und der Erklärung fähig sind.

Elektricitätsverhältnisse.

Elektricitätsverhältnisse der lebenden Theile. — Einzelne Fische, wie der Zitteraal, der Zitterroche und der Zitterwels, besitzen die Fähigkeit, elektrische Schläge auszutheilen. Sie dient ihnen als Waffe gegen ihre Feinde und als Mittel, Thiere, von denen sie sich nähren, zu tödten. Die genauere Prüfung lehrte, daß die wesentlichsten Eigenschaften des Agens, das auf diese Art frei wird, mit der durch unsere künstlichen Vorrichtungen entwickelten Elektricität übereinstimmen. Der Schlag, die Funkenbildung, die Ablenkung der Magnetnadel eines elektrischen Multiplicators, die Zuckungen reizbarer Muskeln und chemische Zersetzungen begleiten die Thätigkeit jener elektrischen Fische auf ähnliche Weise, wie die einer galvanischen Säule[1]). 346

Jedes dieser Thiere besitzt eigene elektrische Organe. Sie sind in den Zitterrochen, wie Fig. 48. *a* aus der Brasilianischen Art darstellt, seitlich angebracht und laufen in dem Zitteraale längs des Schwanzes dahin. Ihr Bau erinnert in mancher Hinsicht an die Verhältnisse einer voltaischen Säule. Man sieht in dem Zitterrochen (Fig. 48.) eine Menge pflasterartiger Gebilde, die sich häufig gegenseitig abplatten und deshalb eine polyedrische Gestalt annehmen. Jedes von ihnen bildet eine Säule, in der eine Menge querer Platten (Fig. 49.) aufgeschichtet liegen. Eine Flüssigkeit trennt sie von einander in ähnlicher Art, wie der feuchte Leiter die Metallstücke unserer voltaischen Säule. 347

Fig. 48.

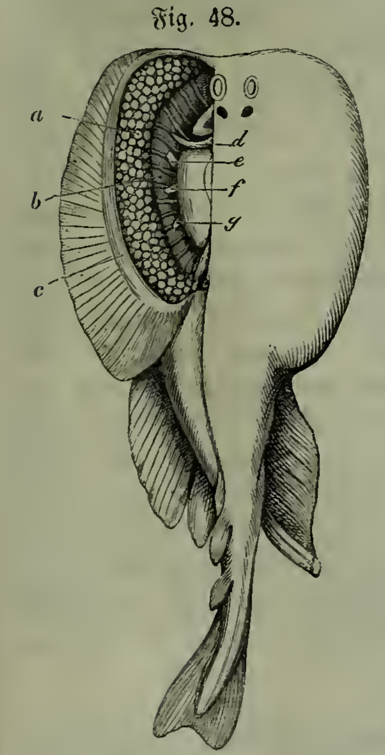


Fig. 49.

Die ganze Erscheinung steht unter dem Einflusse des Nervensystems. Die elektrischen Apparate des Zitterrochens empfangen starke Zweige vom dreigetheilten (*d* Fig. 48.) und dem herumschweifenden (*e. f. g.* Fig. 48.), die des Zitteraales dagegen mehr als 200 348

[1]) S. R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. I. Braunschw., 1842. 8. S. 258—279.

Paare von Rückenmarksnerven. Sie verbreiten sich zuletzt in den Querplatten der einzelnen Säulen. Der Zitterrochen hat noch in seinem Gehirn, Fig. 50., einen besonders ausgebildeten Theil *d*, der die elektrischen Wirkungen als Centralwerkzeug beherrscht und den man daher mit dem Namen des elektrischen Lappens belegt. Seine Nervenkörper zeichnen sich durch ihre besondere Größe aus. Ihre Form bleibt selbst nach Jahre langer Aufbewahrung in Weingeist kenntlich.

Fig. 50.

349 Die elektrischen Organe sind keine fertigen Batterieen, die in jedem Augenblicke schlagen müssen, weil ihre Enden durch einen leitenden Körper verbunden werden. Sie erfüllen nur diese Foderung, wenn die elektrischen Nerven wirken. Der Schlag steht also unter dem Einflusse der Nervenströmung.

350 Das fernere Studium der Erscheinungen führt uns hier zur Erkenntniß von zweierlei Verhältnissen, die für die Physiologie des Menschen von Interesse sind. Das elektrische Organ steht zu den Nerven und dem Gehirn in ähnlichen Beziehungen, wie die Muskeln[1]). Wir haben willkührliche und Reflex-Entladungen. Die Nervenströmung, welche sie hervorruft, pflanzt sich in centrifugaler Richtung fort. Die Gesammtthätigkeiten werden in dem elektrischen Lappen zu einer berechneten Einheit verbunden. Die Reizung eines einzelnen vom Gehirn getrennten Nerven des elektrischen Apparates ruft eine Entladung der Säulen, in denen er endigt, hervor. Reizt man die letzteren unmittelbar, so kann man auch unter günstigen Verhältnissen entsprechende Wirkungen erhalten. Die Elektricitätsentwickelung sinkt endlich nach dem Tode nach ähnlichen Normen, wie die Reizbarkeit der Muskeln.

351 Prüft man die Richtung der elektrischen Ströme, die der Zitterroche und der Zitteraal erzeugt, so findet man, daß sie eine gewisse Beziehung zu der Lage der Platten darbietet. Die Säulen des Zitterrochens stehen ungefähr senkrecht; die des Zitteraales dagegen wagerecht. Die Platten des ersteren Thieres verlaufen daher von rechts nach links und von vorn nach hinten (Fig. 51.). Die des letzteren dagegen von einer Seite zur anderen und von oben nach unten (Fig. 52. *a*). Da aber der elektrische Strom des Zitterrochens von dem Rücken nach dem Bauche und der des Zitteraales von dem Kopfe nach dem Schwanze dahingeht, so ergiebt sich von

Fig. 51.

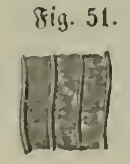
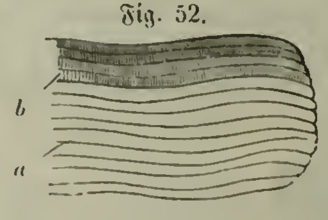


Fig. 52.

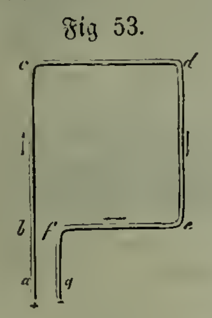


[1]) R. Wagner's Handwörterbuch a. a. O. S. 262 — 266. Vgl. auch Ch Matteucci Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et l'organe électrique de la Torpille par G. Savi. Paris, 1844. p. 181.

selbst, daß er die Richtung der Platten und mithin auch die Strömung der letzten Enden der Nervenprimitivfasern, die sich in ihnen verbreiten, in doppelter Hinsicht senkrecht durchschneidet.

Denken wir uns, ein Strom durchlaufe einen viereckig gebogenen Kupferdrath *abcdefg*, der in dem magnetischen Meridian steht, so daß die positive Elektricität in der Richtung der Pfeile dahingeht, so wird er eine in seiner Nähe gehaltene Magnetnadel senkrecht abzulenken streben. Steigen z. B. *bc* und *de* perpendiculär in die Höhe, so werden sich die Ebenen ihrer elektrischen Strömung und der Ablenkung der daneben wagerecht gehaltenen Magnetnadel in doppelter Hinsicht senkrecht zu durchschneiden suchen [1]). Elektricität und Magnetismus treten daher hier in ein ähnliches Verhältniß, wie die Nervenströmung und die Elektricitätsbewegung in den Platten der elektrischen Fische. Die eine Kraft erregt die andere, und zwar in Richtungen, die einander ursprünglich in rechten Winkeln durchkreuzen.

Fig 53.



Die Elektricität verhält sich also hier zur Nervenströmung in ähnlicher Art, wie der Magnetismus zu dem anregenden elektrischen Strome mancher elektromagnetischer Vorrichtungen. Es liegt nahe anzunehmen, daß auch die Nervenströmungen unseres Körpers elektrische Wirkungen erzeugen. Alle scharfen Untersuchungen, die bis jetzt auf diesem Gebiete angestellt worden, waren jedoch nicht im Stande, den Satz genügend zu beweisen. Wir können zwar die verschiedensten Nerveneinflüsse durch die Einleitung elektrischer Ströme hervorrufen. Die Zeichen elektrischer Gegenwirkung aber, die man bis jetzt durch Anregung der Nerventhätigkeit erhalten hat, beruhen auf Täuschung oder auf chemisch-elektrischen Verhältnissen, welche der Unterstützung der Nerven nicht bedürfen. 352

Der Gedanke, die Nervenströmung und die Elektricität für gleiche Erscheinungen zu halten, wurde schon hin und wieder im vorigen Jahrhundert ausgesprochen. Die Entdeckung des Galvanismus und die hierdurch angeregten elektrisch-physiologischen Forschungen erwarben ihm manche Anhänger, die sich jedoch nur größtentheils auf dem Gebiete der theoretischen Betrachtungen hielten. Man bemühte sich aber auch bisweilen, die Richtigkeit der Ansicht am Galvanometer nachzuweisen, und verwechselte hierbei in der Regel chemisch-elektrische Wirkungen, die selbst den todten Substanzen eigen sind und höchstens durch den Kreislauf des Blutes und die im Leben fortdauernden Ausscheidungen begünstigt werden, mit den Einflüssen der in Thätigkeit begriffenen Nerven.

---

[1]) Vergl. J. P. Biot, Lehrbuch der Experimentalphysik oder Erfahrungs-Naturlehre. Bearbeitet von G. Th. Fechner. Zweite Auflage. Bd. IV. Leipzig, 1829. 8. Seite 156 — 164. 189 u. 218.

Bringen wir (Fig. 54.) zwei Dräthe, die in die beiden Näpfchen *x* und *u* eines Galvanometers *v* tauchen, mit chemisch verschiedenen Körpern in Berührung und verbinden diese dann durch einen Leiter, so wird die Magnetnadel des Apparates, die vorher im magnetischen Meridiane ruhte, in Schwankung gerathen. Der chemische Gegensatz erzeugt eine elektrische Strömung, die sich durch den langen, isolirten und eingewickelten Kupferdrath des Galvanometers fortpflanzt. Bedenkt man nun, daß die mannigfachen Flüssigkeiten und Gewebe unseres Körpers ungleiche chemische Eigenschaften besitzen, so kann es nicht befremden, wenn die Magnetnadel eines Galvanometers durch das Einsenken seiner Dräthe in verschiedenartige thierische Theile unruhig wird [1]). Legt man aber die metallischen Leiter an einen Nerven und wartet, bis die Schwankungen der Magnetnadel aufhören, so ändert sie auch in der Regel ihre Lage nicht, wenn man eine Nervenströmung durch einen künstlichen Reiz anregt. Sie weicht höchstens um eine kleine Größe, um 1 bis wenige Grade ab. Diese Schwankung erklärt sich aber durch die geringe Ortsverrückung, die der Versuch hervorruft.

Fig. 54.

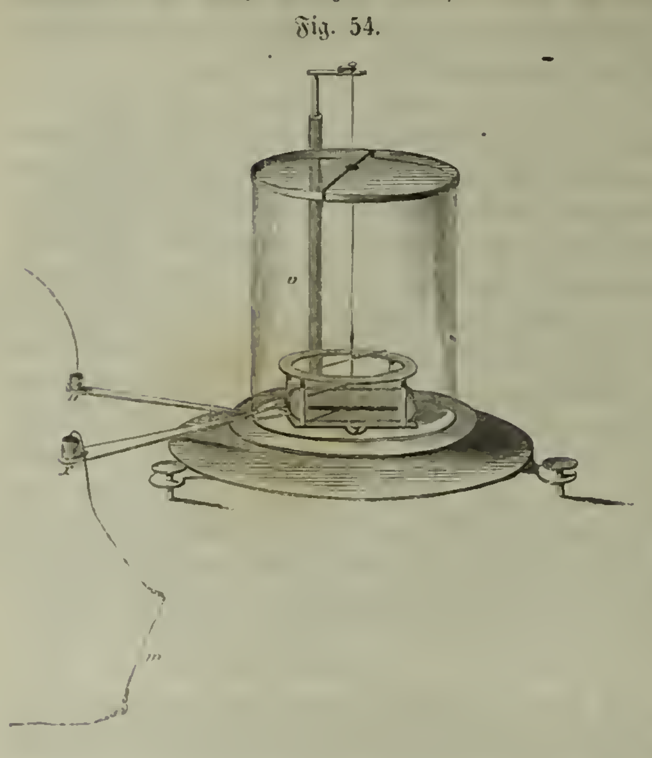


Fig. 55.



Die neueren über thierische Elektricität unternommenen Untersuchungen haben zu manchen gangbaren Bezeichnungen, die Irrungen veranlassen können, geführt. Da man häufig von einem eigenthümlichen Strome des Frosches und anderer Thiere, oder einer besonderen Muskelströmung spricht, so kann man verleitet werden, sie als Beweise einer durch die Nervenkraft erzeugten Wirkung anzusehen. Eine nähere Betrachtung lehrt jedoch, daß man auch hier nur die Folgen chemischer Verschiedenheiten im Auge hat.

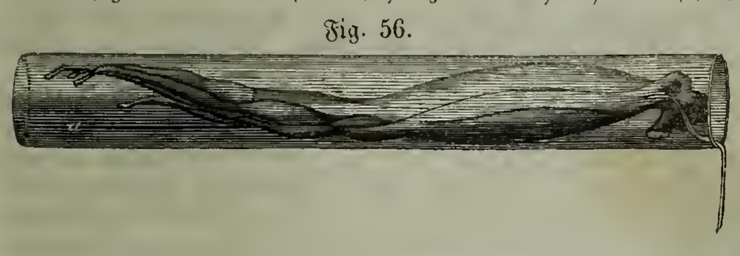
Entfernt man alle Theile des Oberschenkels eines frisch getödteten Frosches, mit Ausnahme des Hüftnerven *aedb*, Fig. 55., taucht diesen in eine, den Fuß *c* dagegen in eine zweite Flüssigkeit und bringt die Dräthe eines Galvanometers mit beiden in Berührung, so wird meist die Nadel so abweichen, daß der positive Strom von dem Fuße *c* nach dem Nerven *aedb* oder centripetal hingeht. Ganze Frösche geben oft ähnliche, nicht selten aber auch andere Resultate. Die zuerst auftretende Stromesrichtung erhält sich aber in der Regel in demselben Individuum, so lange es nicht fault oder vertrocknet. Ist die Haut abgezogen wor-

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch a. a. O. S. 297 — 308. C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici dei Corpi viventi Parte prima. Pisa, 1844. p. 178 fgg. und Traité des phénomènes électro-physiologiques. p. 252 — 264.

den, so vergrößert sich der Ausschlag [1]; es hängt aber dies noch von der Einwirkung der Luft, der Größe der Berührungsfläche und der Natur der Zwischenleiter ab. Hat man aber auch wieder die Haut über die Muskulatur gezogen, so bleibt er noch nach Du Bois-Raymond [2]) stärker, als er früher war. Die Nerven wirken eher in diesen Versuchen als schlechte, denn als gute Leiter [3]. Alle Einzelnheiten, welche diese Forschungsweise darbietet, führen zu dem Ergebnisse, daß von dem Nervensysteme unabhängige elektrische Wirkungen den Erscheinungen zum Grunde liegen. Die durch sie erzeugte Elektricitätsströmung kann aber leicht die Muskelgebilde reizbarer Froschtheile zur Zusammenziehung bringen.

Der sogenannte Muskelstrom führt zu einem ähnlichen Endschlusse. Schiebt man einen präparirten Froschschenkel in eine Glasröhre *a*, Fig. 56., so daß der Hüftnerve heraushängt, die übrigen Theile dagegen isolirt sind, so gewinnt man den Vortheil, daß der elektrische Strom so wenig als möglich abgeleitet wird, und die Zuckungen leichter hervorzurufen vermag. Entblößen wir nun den Brustmuskel eines Vogels, schneiden ihn bis zu einer gewissen Tiefe ein und senken das Ende des Hüftnerven, Fig. 56., in die Tiefe der Wunde, während ein anderer Theil desselben die Oberfläche des Muskels berührt, so zieht sich der Froschschenkel zusammen. Der chemische Gegensatz der Wundfläche oder des Querschnittes der Muskulatur und der Außenfläche derselben erzeugt also eine elektrische Strömung, die den Nerven als Schließungsbogen durchsetzt und den Froschmuskel zur Zusammenziehung zwingt.

Fig. 56.



Der gleiche Versuch gelingt auch an anderen Thieren und selbst an todten Muskelstücken. Schreitet man zur galvanometrischen Prüfung, so zeigt sich als Hauptregel, daß dann der elektrische Muskelstrom von der Innenfläche oder dem Querschnitt der Muskelmasse nach der Seitenfläche verläuft. Lebende Muskeln geben aber nicht selten schwankende Resultate. Die Magnetnadel weicht später in einzelnen Fällen in der entgegengesetzten Richtung ab. Selbst die Muskeln frisch getödteter Thiere scheinen bisweilen Ausnahmen der Art bedingen zu können [4]. Die Sehnen zeigen nach Du Bois-Raymond denselben Gegensatz, wie die Innenfläche zu der Außenseite der Muskeln.

Die Versuche von Matteucci [5]) und Du Bois-Raymond [6]) lehren am deutlichsten, daß der Muskelstrom in keiner Verbindung mit der Thätigkeit der Nerven steht. Er erhält sich in Muskeln, aus denen alle Nervenstämme entfernt worden und selbst in Muskelfaserbündeln, die keine Nerven mehr unter dem Mikroskope zeigen. Heftige Eingriffe, die das Nervensystem treffen, nicht aber zugleich den Ernährungszustand der Muskeln berühren, haben keinen Einfluß auf den Muskelstrom.

Der Stoffwandel, der die Zusammenziehung der Muskeln möglich macht, wirkt auch auf deren elektrische Erscheinungen zurück. Sie steigen und fallen daher im Allgemeinen mit den Verhältnissen der Reizbarkeit. Der Muskelstrom hat eine größere Stärke in den höheren Thieren, verliert sich aber auch eher in warmblütigen Geschöpfen, als in Fröschen [7]. Er vergrößert sich, so wie sich die Athmung verstärkt, scheint durch die Kälte weniger in warmblütigen als in kaltblütigen Geschöpfen zu leiden [8], verkleinert sich durch tetanische Krämpfe oder die Todtenstarre, wird nicht wesentlich durch narkoti-

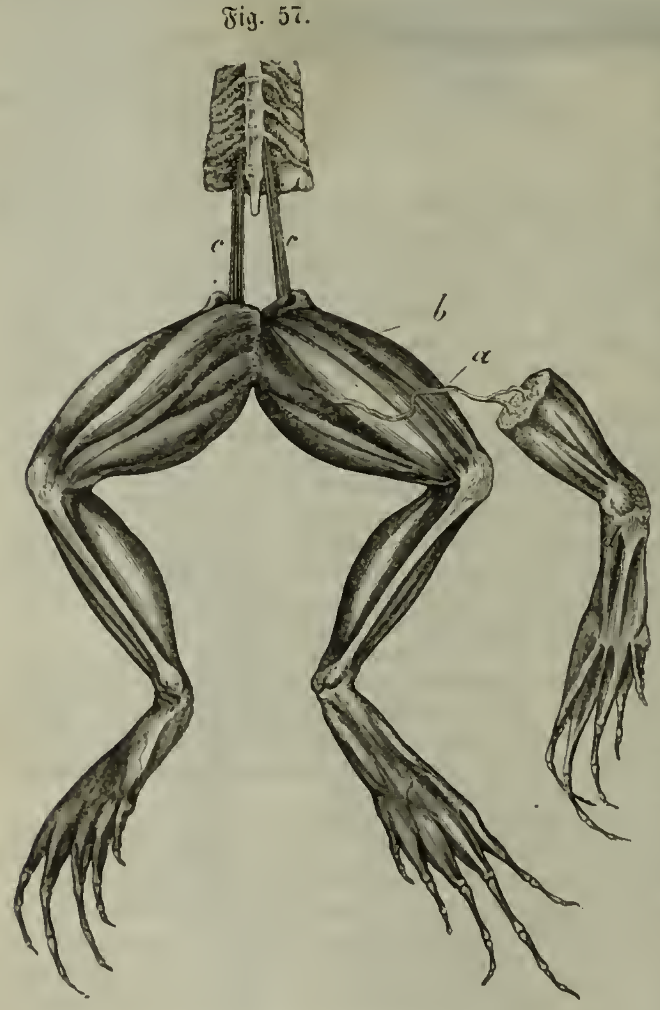
[1]) R. Wagner's Handwörterbuch a. a. O. S. 287 fgg. Du Bois-Raymond in Poggendorff's Annalen. Bd. LVIII. Leipzig, 1843. 8. S. 14. 15.
[2]) Ebendaselbst S. 15.
[3]) Matteucci, Traité. p. 114.
[4]) Vergl. auch C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici. p. 118. 119.
[5]) Derselbe, Traité p. 77. [6]) Du Bois-Raymond a. a. O. S. 5.
[7]) Matteucci a. a. O. p. 71. [8]) Ebendaselbst p. 75.

sche Gifte beeinträchtigt [1]), erhöht sich aber in blutreichen, entzündeten Theilen und wechselt, so wie manche Gase auf ihn einwirken.

Die Angaben, welche Du Bois-Raymond und Matteucci über den Einfluß der Luftarten mitgetheilt haben, weichen von einander in mehreren wesentlichen Punkten ab. Halten wir uns an die Erfahrungen von Matteucci, so wird der Muskelstrom durch die atmosphärische Luft, durch Sauerstoff, Kohlensäure oder Wasserstoff nicht verändert [2]), durch Schwefelwasserstoff dagegen und noch schneller durch salpetrige Säure [3]) aufgehoben.

Zeigen auch die Muskeln einen größeren elektrischen Gegensatz ihrer Innen- und Außenfläche, so läßt sich doch schon von vorn herein erwarten, daß andere Organe ähnliche Eigenschaften darbieten werden. Matteucci [4]) fand in der That, daß sich die gleiche Strömung in den Lungen, der Leber und den Nieren, schwieriger aber in dem Rückenmarke nachweisen läßt.

Fig. 57.



Man sieht leicht, daß diese Erscheinungen ein größeres physikalisches, als physiologisches Interesse haben. Der Wechsel der Stoffverhältnisse, den der Umsatz des durchkreisenden Blutes nach sich zieht, erzeugt hier eine Reihe mittelbar entstehender elektrischer Spannungen, die sich im Leben größtentheils ausgleichen, unter künstlichen Bedingungen dagegen in höherem Grade festgehalten werden können.

Eine Thatsache, deren Erklärung auf manche Schwierigkeiten stößt, und in welcher einzelne Physiker, wie Becquerel einen Beweis einer durch Muskelzusammenziehungen bedingten Elektricitätsentwickelung sehen wollten, ist die sogenannte inducirte Zusammenziehung [5]). Legt man den Hüftnerven eines präparirten Froschschenkels (siehe Figur 57.), *a* auf die Oberschenkelmuskeln eines zweiten Bruchstückes eines Frosches *b*, dessen Hinterbeine nur durch die Lendengeflechte *c* mit dem unteren Theile des Rückenmarkes verbunden sind, so zieht sich nicht selten *d* zusammen, so wie man die Muskeln von *b* durch einen elektrischen Strom oder selbst nur durch mechanische Reizung von *c* anspricht. Bringt man einen porösen Körper zwischen *a* und *b*, so

[1]) Matteucci, a. a. O. p. 78 — 82

[2]) Derselbe, l'Institut. 1845. Nro. 590. p. 142.

[3]) Derselbe, in de la Rive Archives de l'Electricité. Tome V. Génève, 1845. 8. p. 383.

[4]) Ebendaselbst pag. 383.

[5]) Ebendaselbst Tome II. Génève, 1842. 8. pag. 628 u. (Prevost) p. 633.

ändert sich das Verhältniß nicht. Ein vollständiges Gold- [1]) oder Glimmerblättchen [2]) dagegen hebt die Wirkung für *d* auf. Befindet sich eine Schicht von Olivenöl oder einer Mischung von Terpenthinöl und venetianische Terpenthin zwischen *a* und *b*, so wird hierdurch der inducirte Strom nicht gestört. Da aber die beiden letzteren Verbindungen die Fortpflanzung des eigenthümlichen Froschstromes, der Muskelströmung und selbst die Wirkung einer mäßig starken galvanischen Säule hemmen, so schließt Matteucci hieraus, daß nicht die Ursache der inducirten Zusammenziehung von *d* in einem Elektricitätsstrome liegen kann, den die Verkürzung von *b* unmittelbar erzeugt und der sich auf dem Wege der Leitung von *b* nach *d* fortpflanzt.

Manche Erscheinungen, aus denen man auf eine durch Nerventhätigkeit bedingte Elektricitätsentwickelung geschlossen hat, lassen sich aus anderen Gründen erklären, andere ergaben sich sogar später als Täuschungen. Wenn feine Fäden von dem Gehirn, dem Rückenmark und selbst den Nerven angezogen wurden (Jobert), so hatte man wahrscheinlich nur hygroskopische Wirkungen, die auch andere durchfeuchtete und warme Theile darbieten können, vor sich. Daß sich Eisenspäne in der Nähe einer Nadel, die durch einen sich verkürzenden Muskel geht, eben so, als wenn sie von einem Magneten angeregt würden, ordnen (Prevost), hat sich nicht bestätigt. Eben so wenig wird wahrscheinlich ein Eisenstab magnetisch, wenn man ihn an die Stirn, die Hand, oder die Magengegend hält und eine kräftige Willensregung hervorruft [3]). Die Beobachtung aber, daß der Magnet eines Gauß'schen Apparates durch die Zusammenziehung eines in seiner Nachbarschaft befindlichen Muskels in Bewegung gerathe [4]), gestattet für jetzt noch keine weiteren Schlüsse.

353 Das gegenseitige elektrische Verhalten der einzelnen Körpertheile läßt sich nur unvollkommen ihrer Wechselzustände wegen ermitteln. Dichtere Gebilde erscheinen meist positiv den minder dichten gegenüber. Arterienblut des Kaninchens, Harn und reines Wasser bilden eine Reihe, in welcher der nächstfolgende Körper in Verhältniß zu vorhergehenden negativ wirkt. Wurden die einzelnen Theile des eine Stunde vorher wegen Beinfraß abgesetzten Unterschenkels eines 15jährigen Knaben unter möglichst gleichen Verhältnissen geprüft, so ergab sich:

Verglichene Theile.		Verglichene Theile.	
Positiv.	Negativ.	Positiv.	Negativ.
Schienbeinschlagader	Innenfläche der Haut	Knochen	Muskel
desgleichen	Muskel	Muskel	Schienbeinnerve
Achillessehne	desgleichen	desgleichen	Fett
desgleichen	Schienbeinschlagader	desgleichen	Innenfläche der Haut
Knochen	Schienbeinnerve		

Tauchen verschiedene Menschen ihre befeuchteten Fingerspitzen in die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers, so weicht bald die Nadel nach der einen und bald nach der anderen Seite ab. Die Richtung bleibt aber

[1]) Matteucci, Traité pag. 132.
[2]) Derselbe, Archives de l'Electricité Tome V. p. 386.
[3]) Thilorier, l'Institut 1844. Nro. 547. p. 211.
[4]) Ed. Weber, Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae, 1836. 4 p. 26.

bei einzelnen Personen in manchen Fällen, wenigstens für eine Zahl von Versuchen, die gleiche.

354 Die am Elektrometer angestellten Prüfungen haben keine sicheren und beständigen Ergebnisse geliefert. Pfaff und Ahrens glaubten gefunden zu haben, daß größtentheils Männer positive und Frauen negative Elektricitäten darbieten. H. Nasse beobachtete dagegen positive in beiden Geschlechtern, in Kranken, wie in Gesunden. Meine Resultate fielen noch unbestimmter aus. Fand keine Isolation des Menschen Statt, so zeigte sich gar keine oder wenigstens keine beständige Wirkung auf ein empfindliches Bohnenberger'sches Elektrometer. Traten dagegen drei Männer auf den Isolirschemmel, so hatte man fast immer im Anfange eine geringe positive, später keine und zuletzt eine schwache negative Abweichung. Die Ausnahmen, in denen man ohne Weiteres aus einzelnen Menschen Funken, wie aus den Conductoren einer Elektrisirmaschine, ziehen konnte, sind bis jetzt noch nicht physikalisch genauer untersucht worden.

355 Die vergleichenden Maaßbestimmungen, welche W. und Ed. Weber [1]) über das Leitungsvermögen verschiedener Körper für galvanische Ströme anstellten, lehrten, daß es in Wasser von 0,6° C. 6865 und in solchem von 100° C. 1611 Millionen Mal schwächer, als in einem reinen Kupferdrathe von gleichen Größen- und Formverhältnissen ausfällt. Es steigt also hier mit der Temperatur, während es in den Metallen in dem gleichen Falle sinkt. Die Körpertheile des Menschen ergeben ungefähr 10 bis 20 Mal geringere Widerstände, als reines Wasser. Sie verhalten sich in dieser Hinsicht, wie erwärmte wäßrige Lösungen fester Körper.

356 Die von Lenz und Ptschelnikoff [2]) angestellten Beobachtungen geben ein anschauliches Beispiel, wie sich der Leitungswiderstand des menschlichen Körpers nach Verschiedenheit der Nebenbedingungen auf eine leicht begreifliche Weise ändert. Die Berührungsfläche übt zunächst einen bedeutenden Einfluß aus. Dienten zu diesem Zwecke der Reihe nach ein, zwei oder vier Finger eines 43jährigen Mannes, so verhielten sich die Widerstände = 34,09 : 19,20 : 9,10 = 3,75 : 2,11 : 1., d. h. sie entsprachen ungefähr den Größen der Contactflächen. Sie sanken aber nur auf 6,06 bei dem Eintauchen der ganzen Hand. Dieses kann möglicher Weise von dem größeren Nervenreichthume oder der eigenthümlichen Beschaffenheit der Oberhaut der Finger abhängen. Wir werden daher jedenfalls bei der medicinischen Anwendung des Galvanismus am zweckmäßigsten verfahren, wenn wir möglichst große, zarte und empfindliche Flächen des Körpers zu gebrauchen suchen.

357 Da die trockene Oberhaut einen ausgezeichneten elektrischen Nichtleiter bildet, so wird die Wirkung mit ihrer Verdünnung und noch mehr mit ihrem Mangel steigen. Haben wir eine Wunde am Finger, so schmerzt uns die Berührung der Elektroden einer galvanischen Säule in höherem

---

[1]) Ed. Weber a. a. O. p. 7.

[2]) Poggendorff's Annalen. Bd. LVI. Leipzig, 1842. 8. S. 429 — 41. De la Rive Archives de l'Electricité. Tome III. Génève, 1843. p. 531 — 541.

Grade, als wenn dieses nicht der Fall ist. Wir befeuchten deshalb unsere Hände mit Wasser oder Salzlösung, um Apparate der Art zu erproben. Wurde Wasser, das 1% Vitriolöl enthielt, als Verbindungsflüssigkeit gebraucht, so sank nach Ptschelnikoff der Widerstand von 6,06 auf 4,81, wenn sich zufällig der Beobachter an der Hand verletzt hatte.

358 Das Verbindungsmittel bestimmt diese Erscheinungen in hohem Grade. Gut leitende Flüssigkeiten, wie Quecksilber, begünstigen sie, weil sie die Berührungsflächen vergrößern. Chemisch eingreifende Lösungen, wie verdünnte Schwefelsäure, Salzlösungen und ähnliche Körper unterstützen die Erfolge durch ihren ätzenden Einfluß. Newawasser erzeugt nach Lenz einen fast vier Mal so großen Widerstand, als eine Flüssigkeit, die 4% Schwefelsäure enthält. Dieser Forscher fand ihn auch stärker in Personen von 7, 17 und 19, als in Männern von 35, 39 und 43 Jahren. Die Größe des Schmerzes, den ein galvanischer Strom verursacht, steht aber in keinem geraden Verhältnisse zu dem Leitungswiderstande. Er hängt weder von dem Alter, noch dem Geschlechte, sondern von der Beschaffenheit der Oberhaut und der übrigen Körpertheile und vorzüglich von der Stimmung des Nervensystems ab.

Lenz verglich auch den Leitungswiderstand des Menschen mit dem eines Kupferdrathes von 1 Mm. Dicke. Reduciren wir seine Werthe auf Einheiten, die sich auf 1 Mm. Durchmesser und 1 Kilometer Länge beziehen, so erhalten wir:

Körpertheile.	Mittlere Länge des Kupferdrathes von gleichem Widerstand in Kilometern.
Die Hand in verdünnte Schwefelsäure von 1% vollständig eingetaucht	91,74
Vier Finger in Quecksilber getaucht	158,94
Berührung der feuchten Messinghandhaben eines Clark'schen Rotationsapparates	115,20

Tauchten beide Hände in Quecksilber, so erhielt Pouillet nur 46,94 der erwähnten Einheiten. Diese eine Thatsache kann schon hinreichend beweisen, welchen Einfluß der Apparat und die Manier des Eintauchens und Befeuchtens auf Bestimmungen der Art hat. Die oben angeführte Tabelle verliert aber hierdurch nicht ihren relativen Werth für medicinische Anwendungen der Elektricität.

359 Die Verwechselung der Wirkung der Nerven mit der der Elektricität hat manche Forscher zu der Ansicht geführt, daß auch die Nervenfasern unseres Körpers gute Leiter des Galvanismus seien. Die Fettnatur ihres Inhaltes widerstreitet jedoch schon von selbst einer solchen Vorstellung. Die Nervenfasern führen zwar nach Matteucci[1]) den galvanischen Strom besser, als die Hirnmasse fort. Sie werden aber in dieser Hinsicht ungefähr um das Vierfache von den Muskeln übertroffen.

360 Allgemeine physiologische Wirkungen der Elektricität.

[1]) Matteucci, Traité. p. 48.

— Berührt ein Mensch, der sich auf einem Isolirschemmel befindet, den Conductor einer Elektrisirmaschine, die gleichzeitig geladen wird, so häuft sich ein Theil der frei werdenden Elektricität in seinem Körper an, weil seine Oberhaut, seine Nägel und Haare, so wie seine Kleider, zu den schlechten Leitern gehören. Trockene Luft begünstigt diese Wirkung; feuchte dagegen hebt sie größtentheils ihres besseren Leitungsvermögens wegen auf. Gelingt es daher schon schwer, den Conductor in einer mit vielen Wasserdünsten geschwängerten Atmosphäre zu laden, so vergrößern sich diese Uebelstände, wenn der menschliche Körper auf die gleiche Weise behandelt werden soll. Ist er nicht isolirt, so wiederholt sich dasselbe, weil der Boden die Ableitung übernimmt.

361 Hat man aber auch die günstigsten Nebenverhältnisse, so schließt doch nicht unser Organismus die Elektricität vollständig ab. Die umgebende Luft nimmt immer ein Theil nach Maaßgabe ihrer Zustände auf. Da die Elektricität aus langen und dünnen Körpern eher, als aus kurzen und dicken davon geht, so sind es vorzüglich die Haare, an denen sich die Wirkungen dieser Erscheinung am deutlichsten kundgeben. Häuft sich eine größere Elektricitätsmenge in dem Körper an, so richten sie sich deshalb am Scheitel empor. Da die durch das Rasiren abgestutzten Haare und die kleinen Wollhaare das gleiche Bestreben theilen, so erzeugt sich das Gefühl, als geriethen wir mit einzelnen Stellen unserer Haut in Spinngewebe. Die Vermehrung der Hautausdünstung und anderer Absonderungen, die unter diesen Verhältnissen aufzutreten pflegt, scheint auf ähnlichen Ursachen zu beruhen.

362 Ein Mensch, der eine größere Elektricitätsmenge in sich angehäuft hat, verhält sich wie ein mäßiger Leiter, der von einem noch schlechteren eingeschlossen wird. Kommt ein guter Leiter in seine Nähe, so springt auf ihn die Elektricität mit Geräusch und Funkenbildung durch Vermittelung einer dünnen Luftschicht über. Der S c h l a g stellt sich daher auch ein, so wie wir von dem Isolirschemmel herabsteigen. Ist die Spannung bedeutend, so kann auch eine Selbstentladung, d. h. eine Ausgleichung mit entfernteren Leitern zu Stande kommen. Gelenkknacken und subjective Nervenwirkungen begleiten den elektrischen Schlag, der unseren Organismus durchsetzt.

Die Erschütterung wird um so schmerzhafter, je mehr Gelenke der Einwirkung unterliegen, je stärker die Ladung und je plötzlicher die Ausgleichung ist. Die Knochen nehmen wahrscheinlich als die dichtesten Gebilde die meiste Elektricität auf. Gleicht sich nun das Verhältniß aus, so müssen die Weichgebilde der Gelenke und unter ihnen die Nerven die stärksten Theile der Strömung aushalten.

Die Nerven können die verschiedenartigsten Gegenwirkungen veranlassen. Geht der Schlag durch Sinneswerkzeuge, so sieht der Mensch Funken, es tönt in seinen Ohren, er empfindet einen subjectiven Geruch oder hat im Augenblicke einen eigenthümlichen Geschmack im Munde. Das unangenehme Gefühl, das jede stärkere Entladung begleitet, ist die Antwort der tastempfindenden und die Muskelbewegung, das Zusammen-

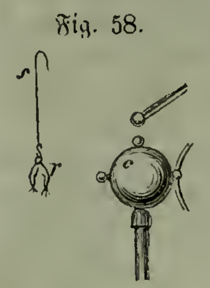
zucken, das in den ergriffenen Gebilden auftritt, die der bewegenden Nerven, welche von dem Strome durchsetzt werden.

Ist der elektrische Schlag verhältnißmäßig stark, so kann er die Nerven durch Ueberreizung lähmen. Haben wir eine mäßige Entladung empfangen, so knicken uns nur die Füße augenblicklich ein. Die Bewegungen derselben bleiben aber auch nach heftigeren Wirkungen Tage und Wochen lang beschwerlich. Der Grad des Schmerzes, die Stumpfheit des Gefühls, die sich bisweilen in solchen Fällen einfindet, drückt das Gleiche für die empfindenden Nerven aus.

Sehr heftige Schläge betäuben plötzlich und führen den Tod auf dem Wege der Nervenlähmung oder der Verbrennung herbei. Eine starke Leydener Batterie kann größere Säugethiere auf der Stelle umbringen. Die Wirkung der atmosphärischen Elektricitätsentladung, des Blitzes, lehrt das Gleiche für alle lebenden Geschöpfe.

Der Blitz wird unmittelbar oder durch Rückschlag schädlich. Halten wir ein reizbares Froschpräparat *r*, Fig. 58., das an einem Drathe *s* aufgehängt ist, in der Nähe des Conductors einer Elektrisirmaschine, so wird es, wie man diesen ladet, durch Vertheilung elektrisch. Häuft sich positive Elektricität in *c* an, so sammelt sich negative in *r*, während positive durch *s* entweicht. Entladet man nun *c*, so zuckt der Froschschenkel, wie man sagt, durch Rückschlag. Der Blitz kann Wirkungen ähnlicher Art hervorrufen. Sie werden aber im Ganzen weniger gefährlich, als die Folgen des directen Schlages ausfallen.

Fig. 58.



Ist der Mensch von guten Leitern umgeben, oder trägt er sie bei sich, so vergrößert sich die Wahrscheinlichkeit, daß ihn ein elektrischer Schlag treffen könne. Man ist daher auf dem Wasser oder unter einem von Säften durchdrungenen und äußerlich befeuchteten Baume, der mit seinen Aesten und Zweigen in die Luft hinein ragt, unsicherer, und hat mehr Garantie, wenn man keine Metalle in seinen Taschen führt. Federdecken, Seidenkleider und ähnliche Isolationsmittel schützen dagegen in höherem Grade.

Die Brandwunden, die ein vom Blitze Getroffener darbietet, verlaufen häufig, wenn ihnen nicht Nebenverhältnisse andere Wege anweisen, längs der Mitte des Rückens, der Kanten des Vorderarmes oder der Vorderfläche des Schienbeines. Die unmittelbar darunter liegenden Knochen bedingen vermuthlich diese Eigenthümlichkeit ihrer Anziehung wegen. Die Haarbekleidung des Kopfes scheint hierbei als Schutzmittel zu dienen. Die Leichen von Personen, die durch den Blitzstrahl getroffen werden, sollen, den allgemeinen Angaben nach, eine flüssigere Blutmasse enthalten, in keine Todtenstarre verfallen [1]) und schneller, als andere, in Fäulniß übergehen.

363 Wir werden in der Lehre von dem Nervenleben finden, daß in vielen Punkten die physiologischen Wirkungen des Galvanismus mit denen der Reibungselektricität übereinstimmen. Ihre Größe steigt und fällt meist mit der Stärke der Funkenbildung, welche die Ausgleichung des Stromes begleitet, entspricht aber nicht immer der Erwärmung und der chemischen Zersetzung, die sie zu erzeugen im Stande ist. Sie richtet sich mehr, wie man sich ausdrückt, nach der Intensität, als nach der Quantität oder mehr nach der Geschwindigkeit, als der Menge des elektrischen Stromes.

Die physiologischen und ärztlichen Zwecke, zu denen wir den Galva-

---

[1]) Einen Fall, wo sie deutlich vorhanden war, erzählt Jordan in Henle u. Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. S. 209—218.

nismus gebrauchen, können zweierlei Punkte im Auge haben. Sie beziehen sich auf thermische und chemische Wirkungen oder auf Gegenthätigkeiten des Nervensystems. Die galvanischen Vorrichtungen müssen daher nach Verschiedenheit dieser Absichten abweichen. Wir verbrennen am leichtesten durch passend zusammengesetzte Ketten; wir erhalten die kräftigsten Nervenwirkungen durch zweckmäßige Inductionsströme. Die neueren Inductionsapparate haben daher die Elektrisirmaschinen und die galvanischen Säulen für die Heilung der Nervenlähmungen überflüssig gemacht.

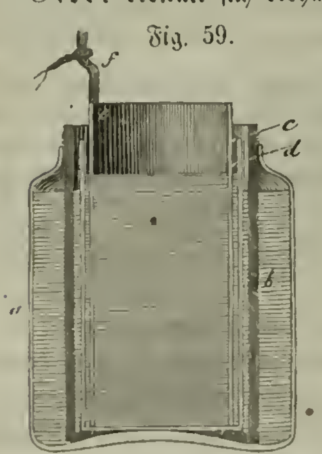
Wollen wir die Grundlagen, auf denen die gegenwärtigen, zu medicinischem Gebrauche benutzten Vorrichtungen beruhen, kennen lernen, so müssen wir uns einige Verhältnisse der Elektricitätslehre klar machen. Eine gewöhnliche galvanische Säule wirkt zwar thermisch, chemisch und physiologisch. Allein sie hat den Nachtheil, daß ihr eigener, unmittelbarer Strom die Nerven verhaltnißmäßig schwächer anregt und dafür stärkere chemische Zersetzungen als Inductionsströme bedingt. Ihre Kraft bleibt sich übrigens nicht längere Zeit hindurch gleich. Sie schwächt sich, so wie sich die wirksamen Berührungsflächen mit der Oxydation der Metalle verkleinern.

Wir vermeiden diesen Uebelstand, wenn wir beständige Ketten, d. h. solche, die längere Zeit hindurch dieselbe Wirkung beibehalten, anwenden. Die Darstellung der Erscheinungen der Muskelzusammenziehung wird uns Gelegenheit geben, manche einfache Vorrichtung der Art kennen zu lernen. Wir wollen aber hier nur diejenige betrachten, welche häufig in den medicinisch angewandten Apparaten gebraucht wird, nämlich die Grove'sche und die Bunsen'sche Säule.

Betrachtet man die elektrische Spannungsreihe, so findet sich, daß zwar schon Zink in Verhältniß zum Kupfer in bedeutendem Grade positiv ist, daß sich aber dieser Gegensatz noch mehr erhöht, wenn man Platin oder Kohle statt des Kupfers wählt. Sind die Flüssigkeiten, die auf die Metalle einwirken, durch einen porösen Körper von einander getrennt, so erhält die Diffusionsströmung, die sich hierbei einleitet, die galvanischen Wirkungen wenigstens für längere Zeit auf der gleichen Höhe. Man kann daher kräftige beständige Ketten durch die Verbindung dieser beiden Grundsätze erhalten.

Grove bediente sich deshalb des Zinks und des Platins. Da aber größere Massen des letztern den Preis des Ganzen vertheuern, so ersetzte es Bunsen durch die noch negativere Kohle, die auf einem eigenen, ziemlich mühsamen Wege vorbereitet wird [1]). Fig. 59. zeigt uns einen solchen Bunsen-Kohlen-Zinkapparat im senkrechten Durchschnitt. *a* ist eine mit einem verengerten Halse versehene Flasche, in der Salpetersäure *b* bis zu einer gewissen Höhe aufgeschichtet wird. Ein gebrannter und Behufs des Durchdringens der Säure mit Löchern versehener und unten offener Kohlencylinder *c*, z. B. von 13 Centimeter Höhe, ½ Centimeter Dicke und 5,4 Centimeter Durchmesser steht in *a* und füllt gerade den Hohlraum des Flaschenhalses aus. Er enthält einen sorgfältig gearbeiteten unten geschlossenen Thoncylinder *d* von 10,3 Centimeter Höhe, 0,1 Centimeter Dicke und 4,8 Centimeter Durchmesser, der mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllt

Fig. 59.



wird. Ein Zinkcylinder *e* von 9 Centimeter Höhe, 0,15 C. Dicke und 3,8 C. Durchmesser taucht in die letztere. Man hat ihn zuvor, damit er nicht zu rasch zerstört werde, in verdünnte Schwefelsäure gebracht und, nachdem sich Wasserstoffblasen entwickelt, mit Quecksilber abgerieben. Er ist mit einer zweckmäßigen Handhabe zur Anfügung des einen Leitungsdrathes versehen oder steht mit einem Zinkcylinder, der einer anderen Kette

[1]) Siehe das Nähere in Pouillet-Müller's Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Erste Auflage. Bd. I Braunschweig, 1843. 8. S. 454. Vergl. auch de la Rive Archives de l'Electricité. Tome III 1843. p. 96.

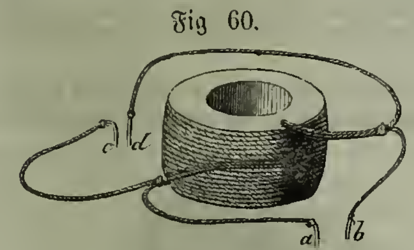
der Art angehört, in Verbindung. Der zweite Leitungsdrath kommt an den Kohlencylinder.

Der Bunsen'sche Apparat gewährt den Vortheil, daß er eine fast beständige Elektricitätsquelle längere Zeit hindurch liefert. Eine Combination mehrerer Ketten der Art zerlegt aber auch chemische Verbindungen und verbrennt oder schmilzt Körper mit bedeutender Kraft.

Gehen wir nun zu den für die Nervenerscheinungen des Körpers wichtigeren Inductionsströmen über, so belegt man mit diesem Namen diejenigen Verhältnisse, in denen der elektrische Strom aus einer anderen gleichartigen oder ungleichartigen Agentienströmung entstanden ist. Man hat einen elektro-elektrischen Strom, wenn eine zweite elektrische Strömung, und einen magnet-elektrischen, wenn eine magnetische Wirkung die veranlassende Ursache des Inductionsstromes bildet.

Wir nehmen einen hohlen Holzcylinder und umwickeln ihn mit zwei langen Kupferdräthen, die der Isolation wegen mit Seide umsponnen und überfirnißt sind. a und b, Fig. 60, bezeichnen die Enden des einen und c und d die des anderen Drathes. Bringt man a und b mit den Polen einer galvanischen Kette in Berührung, und kommen c und d in gegenseitige leitende Verbindung, so erzeugt die Vertheilung in c und d einen inducirten Strom, der seiner Richtung nach dem inducirenden in $a\,b$ entgegengesetzt ist. Ruht Alles, so treten beide bei dem Schlusse und der Oeffnung der Kette hervor; sie fehlen dagegen während der Dauer des Schlusses, wenn keine weiteren Nebenbedingungen, die uns hier nicht interessiren, eintreten.

Fig 60.



Die Wirkung des Inductionsstromes vergrößert sich, so wie man den isolirten Kupferdrath länger und dünner macht und enger zusammenwickelt. Eine geringe Quantität von Elektricität verwandelt sich hierbei in einen inducirten Strom von bedeutender Intensität. Man erhält daher auf diesem Wege kräftigere physiologische Wirkungen, die sich vorzüglich bei dem Oeffnen der Kette kund geben.

Derselbe Zweck kann aber auch durch einen einzigen Drath erreicht werden. Wickelt man einen übersponnenen 200 Meter langen und 1 bis 2 Millimeter dicken Kupferdrath um einen Fig. 60. dargestellten hohlen Holzcylinder und gebraucht ihn und den Menschen als Schließungsglied eines einfachen Zink-Kupferpaares, so erhält man bei dem Oeffnen so heftige Schläge, daß man die Wiederholung derselben kaum aushält. Die Erklärung der Kräfte eines einfachen Drathes und anderer bald zu erwähnender Verhältnisse hat zu mancherlei Deutungen Veranlassung gegeben. Faraday nimmt an, daß die Drathwindungen inducirend auf einander wirken. Es entstände daher ein zweiter Strom, ein Extracurrent, oder ein succedirender Strom, während die ursprüngliche Strömung hindurchgeht. Da aber jener bei dem Schlusse der Kette der Hauptrichtung der letzteren entgegengesetzt ist, ihr dagegen bei dem Oeffnen entspricht, so kommt nur der Erfolg bei der Unterbrechung des Ganzen zu Stande.

Enthält der hohle Cylinder, um den der lange Kupferdrath gewunden ist, einen Eisenkern, so verstärkt sich hierdurch die Wirkung. Ein Flintenlauf wirkt in dieser Hinsicht günstiger, als eine dichte Eisenmasse. Schlitzt man ihn der Länge nach auf, so wird der Erfolg vergrößert. Ein Bündel von Eisendräthen leistet das Meiste. Die Wirkung nimmt also mit der Vergrößerung der freien Oberfläche des Eisens zu.

Wollen wir daher einen kleinen Apparat, der in bedeutendem Maaße physiologisch eingreift, herstellen, so brauchen wir nur einen langen umsponnenen Kupferdrath um einen hohlen Metallcylinder zu wickeln und ein Bündel von Eisendräthen in ihn einzufügen. Eine solche elektro-magnetische Spirale kann dann durch eine beständige Bunsen'sche Säule im Gang erhalten werden.

Wir haben bis jetzt nur Erscheinungen, in denen eine galvanische Kette, als Elektricitätsquelle diente, betrachtet. Wir können aber auch einen elektrischen Strom auf magnetischem Wege erhalten. Wird weiches Eisen von einem Magneten angezogen oder abgerissen, so durchsetzen inducirte elektrische Ströme einen isolirten Kupferdrath, der es umwickelt. Die Art, wie dieses geschieht, wird uns in der Folge klar werden. Wir kön-

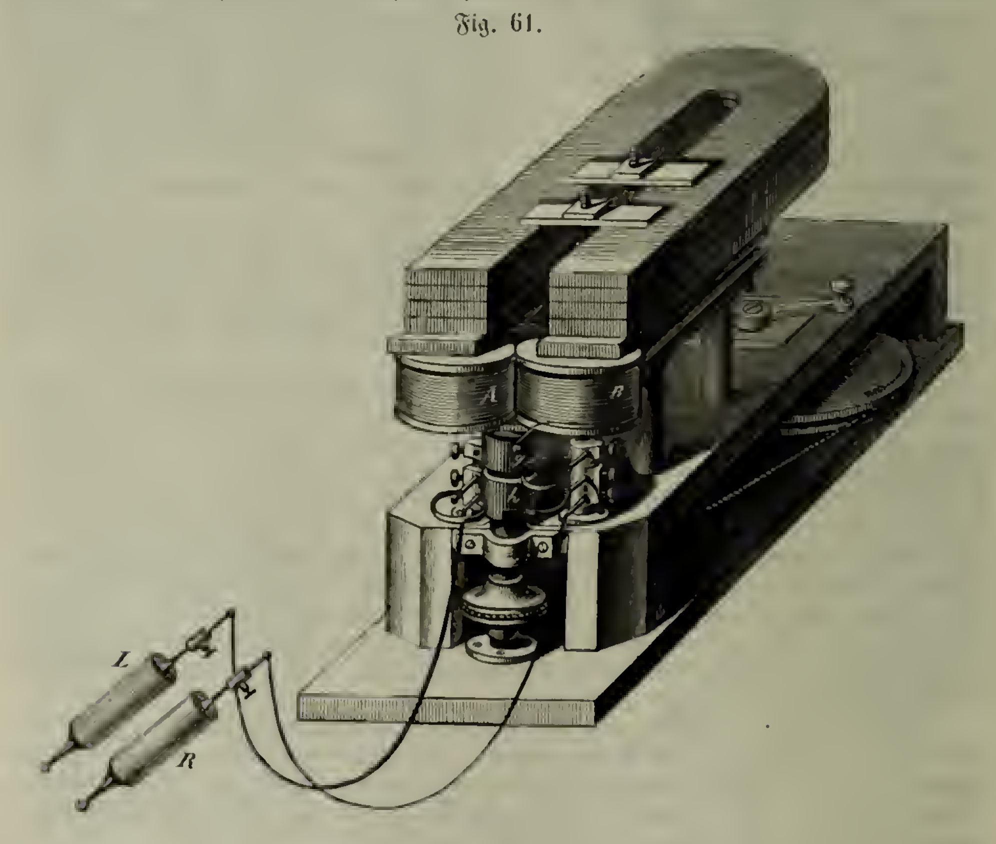
nen daher auch bedeutende physiologische Wirkungen auf dem Wege der Magnetelektricität und ohne den Gebrauch von galvanischen Ketten hervorrufen.

Da der Schluß und die Oeffnung oder die letztere allein den Hauptttheil der Wirkung ausmacht, so muß man vorzüglich darauf bedacht sein, die Verbindung und Unterbrechung so oft als möglich in einer bestimmten Zeit zu wiederholen. Manche mechanische Vorrichtungen dienen dazu, die Erreichung dieses Zieles zu erleichtern. Das Neef'sche Blitzrad [1]) erfüllt den Zweck für Elektrisirmaschinen oder für manche galvanische Apparate. Gyrotrope und Commutatoren anderer Art sind oft in der gleichen Absicht erdacht worden. Die Inductionsmaschinen sind immer mit Einrichtungen der Art versehen.

Die elektrischen Apparate, die gegenwärtig ärztlich gebraucht werden, sind entweder magnet-elektrische Rotationsmaschinen oder Inductionswerkzeuge, deren ursprüngliche Elektricitätsquelle von einer galvanischen Kette geliefert wird. So sehr auch ihre Einrichtung im Einzelnen wechselt, so werden wir sie doch immer durchschauen können, sobald wir nur die Wirkung einer Rotationsmaschine oder eines zweckmäßigen Inductionsapparates genauer betrachtet haben.

Fig. 61. stellt uns die von Ettingshausen angegebene magnet-elektrische Rotationsmaschine dar. Mehrere, hinreichend starke und auf einander gelegte Huf-

Fig. 61.



eisenmagnete stehen mit den Inductionsspiralen A und B, die durch sehr lange umsponnene Kupferdräthe gebildet werden, in Verbindung. Die letzteren lassen sich durch ein Triebrad dergestalt drehen, daß die in ihnen enthaltenen Eisenkerne an den Polen der Magnete herumlaufen und bald mit ihnen verbunden, bald dagegen abgerissen werden. Jeder von ihnen nimmt daher abwechselnd eine Nord- und Südpolarität an. Das eine

[1]) Eine Abbildung desselben siehe z. B. in Dove und Moser's Repertorium der Physik. Bd. I. Berlin, 1836 8. Taf I. Fig. 25.

Drathende der Spirale ist an einem von der eisernen Umdrehungsaxe durch Holz oder Elfenbein getrennten Eisenring g befestigt. Das andere steht mit der Eisenaxe und mit dem nicht isolirten Ringe h in unmittelbarer leitender Verbindung. g und h sind mithin Aequivalente der beiden Enden des Drathes der elektro-dynamischen Spirale A und B. Sind g und h metallisch verbunden, so ist der Kreis geschlossen. Die Absicht des Apparates, den Menschen auf zweckmäßige Weise einschalten zu können, wird durch eine Nebenvorrichtung erreicht.

Der isolirte Ring g ist überall gleich hoch, der verbundene h dagegen an seiner unteren Hälfte, wie es die Figur andeutet, ausgeschnitten und oben mit zwei grubenartigen Vertiefungen versehen. Zwei mit Löchern versehene Messingpfeiler befinden sich zu beiden Seiten der Rotationsaxe und ihrer Ringe.

Soll nun die Maschine für den Menschen gebraucht werden, so fügt man in das oberste Loch des rechten Pfeilers eine Stahlfeder, die auf dem vollständigen Ringe g und eine zweite, die auf dem unterbrochenen Theile von h schleift. Der linke Pfeiler erhält auch eine Feder, die auf dem vollständigen Theile von h dahingleitet. Die beiden Handhaben L und R, die der Mensch mit befeuchteten Händen angreift, stehen mit dem linken und dem rechten Pfeiler durch Dräthe in Verbindung.

Da g u. h die Repräsentanten der beiden Enden der elektromagnetischen Spirale bilden, so ist die Kette geschlossen, sobald die obere rechte Stahlfeder auf g und die untere auf h läuft. Sie wird aber unterbrochen, so wie die untere rechte Feder auf die lückenhafte Stelle von h kommt. Der Weg geht in diesem Falle durch den Körper des Menschen, der die Handhaben C und R hält, weil R durch den rechten Pfeiler und die obere rechte Feder mit g und h durch den linken Pfeiler und die linke Feder mit h verbunden ist. Die untere rechte Feder tritt aber der Einrichtung der Maschine gemäß auf die Unterbrechungsstelle h, wenn die Eisenkerne von dem Magneten abgerissen werden. Es entsteht hierdurch eine Oeffnungsströmung, die als Inductionswirkung den Menschen trifft. Da sich aber diese Erscheinung in der elektrodynamischen Spirale um so rascher wiederholt, je öfter die in A und B enthaltenen Kerne in derselben Zeit abgerissen werden, so erhellt von selbst, daß der physiologische Erfolg mit der Schnelligkeit der Drehungen des Triebrades zunehmen muß.

Wir haben gesehen, daß die Größe des Einflusses auf die Nerven mehr von der Intensität, als der Quantität des Stromes abhängt. Man wählt daher dann für A und B einen sehr langen und dünnen Drath mit vielen Windungen, und nennt das Ganze einen Intensitätsinductor. Will man aber den Apparat zum Verbrennen organischer Theile benutzen, so hat die Ettingshausen'sche Maschine eine zweite Vorrichtung, einen Quantitäts-Inductor, der einen kürzeren, dickeren und weniger gewundenen Drath enthält und den man statt A und B einsetzen kann.

Die gebräuchlichen Rotationsmaschinen von Saxton, Clarke, Steinheil, Keil, Stöhrer beruhen auf ähnlichen Einrichtungen. Nur wechselt die Stellung der Magnete und des Triebrades, so wie die Mechanik der Commutation. Sind sie für ärztliche Zwecke eingerichtet, so haben sie in der Regel nur einen Intensitäts-Inductor.

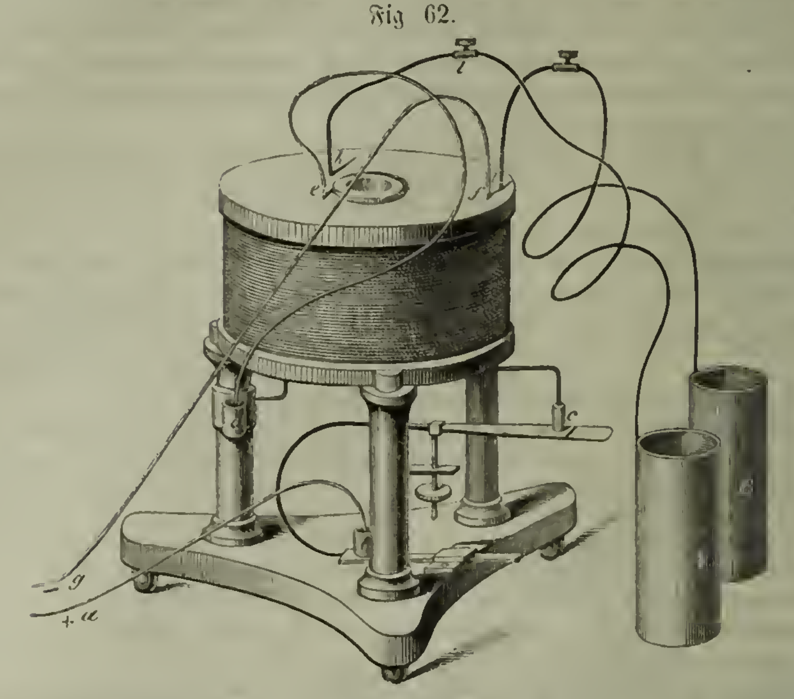
Der von Neef und Wagner angegebene Elektromotor kann uns das zweckmäßigste Beispiel der Apparate zweiter Art geben. Eine scharfsinnige Mechanik bewirkt hier, daß die Maschine von selbst fortarbeitet. Fig. 62. (S. 190.) zeigt uns die Maschine ohne die galvanische Kette, welche die unmittelbare Elektricitätsquelle liefert. Zwei mit verschiedenfarbiger Seide umsponnene und sehr lange Kupferdräthe sind um eine auf einem Dreifuße stehende Trommel gewickelt. Derjenige Drath, der den inducirten Nebenstrom erzeugen soll, hat seine beiden Enden in hl und ik, die mittelst Schrauben mit den Ausläufern der Handhaben A und B in Verbindung gebracht werden. a und g sind die beiden anderen Enden der zweiten Drathvorrichtung, die mit dem positiven und dem negativen Pole der Elektricitätsquelle in Berührung kommen.

Der Drath a taucht in ein mit Quecksilber gefülltes Metallnäpfchen b, welches mit dem Quecksilbernäpfchen d durch den bald zu erwähnenden Mechanismus verbunden ist. $abde$ bildet also das eine und gf das andere Ende des inducirenden Drathes. Der elektrische Strom, der ihn durchsetzt, wird einen inducirten Strom in hlA und in ikB und dem zwischen A und B befindlichen Menschen erregen.

Der Haupttheil, mittelst dessen die Maschine von selbst arbeitet, ist der Hammer c mit seinen Nebengebilden. Der Fuß des Apparates, an dem d angebracht worden, trägt

einen mit ihm in Verbindung stehenden Kupferring. Ein Kupferdrath geht deßhalb unter der Trommel horizontal hinüber und trägt den kleinen Platinhammer *c*, der sich

Fig 62.



auf ein durch Kupferdrath mit *b* verbundenes Platinblech stützt. *d* und *b* werden auf diese Art metallisch vereinigt.

Der obere, zwischen *d* und *c* sich hinziehende Drath ist an einer Stelle platt geklopft. Er federt daher und gestattet leicht die Bewegung von *c* nach oben und unten. Die Trommel trägt in ihrem Innern einen hohlen Cylinder von weichem Eisen, der im Augenblicke des Stromdurchganges magnetisch wird. Eine Eisenplatte liegt unter ihm an dem zwischen *d* und *c* hinlaufenden Drathe.

Durchsetzt nun die Strömung die übersponnenen Dräthe, so zieht der magnetisch gewordene Eisencylinder die Eisenplatte empor. Der Hammer *c* geht in die Höhe und unterbricht die Leitung zwischen *b* und *d*, oder, was dasselbe ist, zwischen *a* und *g*. Ist aber die Kette auf diese Weise geöffnet worden, so verliert wieder der Eisencylinder seinen Magnetismus. Der Hammer *c* fällt auf seine Unterlagsplatte hinab, und das frühere Spiel erneuert sich in der eben geschilderten Weise. Die Maschine hämmert also von selbst fort und wiederholt ihre Schläge, wenn der Mensch *A* und *B* hält und *a* und *g* mit der Elektricitätsquelle verbunden bleiben. Eine Bunsen'sche einfache oder mehrfache Kette dient am Besten ihrer Beständigkeit wegen als Elektricitätserreger.

Eine einfache Nebenvorrichtung gewährt hier denselben Vortheil, wie das Maaß der Schnelligkeit des Drehens bei den Rotationsapparaten. Der Hammer *c* wird um so eher seine Unterlagsplatte erreichen, je weniger sie von ihm bei seiner größten Erhebung entfernt bleibt. Er kann mithin um so öfter die Schließung und Oeffnung bedingen. Eine in Fig. 62. sichtbare Stellschraube setzt in den Stand, diese Regulation vorzunehmen.

Derselbe Apparat kann noch durch eine leichte Veränderung in eine Maschine, in welcher der inducirende und der inducirte Drath wie eine fortlaufende Spirale wirken, verwandelt werden. Man entfernt zu diesem Zwecke die bei *k l* eingeschraubten Fortsetzungen der Handhaben, und klemmt *g* bei *l* ein. Der Strom geht nun den Weg *a b c d e f g l h i k*, und man hat so einen Leitungsdrath, der die Summe der beiden Spiralen enthält [1]).

[1]) Ein etwas veränderter Apparat von Rosenthal findet sich in J. Sponholz, Ueber die in neuerer Zeit empfohlenen Anwendungsarten der Elektricität in der Me-

Es ergiebt sich von selbst, daß man die Wirkung erhöhen oder an Aufwand von Kupferdrath ersparen kann, wenn man Eisendrathbündel in das Innere der Trommel oder des Aufwickelungscylinders einfügt, den Elektricitätserreger verstärkt oder die Leitung erleichtert. Die Hammervorrichtung kann auch durch zwei spielende Kupferblätter ersetzt werden. Kleine und wirksame Apparate der Art, die zu ärztlichen Zwecken recht gut zu gebrauchen sind, werden jetzt häufig z. B. in Nürnberg und Zürich verfertigt. Die Vorrichtung von Masson vereinigt die Wirkungen der Drehung mit der der elektromagnetischen Spirale; die von Spithra und Schmalz [1]) dagegen erzielt den Wechsel des Schlusses und der Oeffnung durch ein angebrachtes Uhrwerk.

Viele Aerzte ziehen die Rotationsmaschinen zum Gebrauche vor, weil man das Aufbauen einer galvanischen Kette und alle damit verbundenen Unannehmlichkeiten erspart. Allein Vorrichtungen der Art erfordern immer einen Menschen zu ihrer Leitung und gehen leicht in den Händen des Uneingeweihten zu Grunde. Magnet-elektrische Maschinen, die z. B. in Krankenhäusern von Wärtern in Thätigkeit gesetzt werden, sind deshalb binnen Kurzem schadhaft. Ein guter Magnetelektromotor, der mit einer Hammereinrichtung versehen ist, kann dem Kranken selbst überlassen werden. Bedient man sich einer Bunsen'schen Kette, so läßt höchstens Unachtsamkeit etwas Zink unnütz verloren gehen. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß zweckmäßige Apparate der Art die magnet-elektrischen Maschinen in der ärztlichen Anwendung nach und nach verdrängen werden.

Reicht nicht die einfache Durchfeuchtung der Oberhaut für die beabsichtigte Elektricitätswirkung hin, so kann man Acupuncturnadeln in das Innere der Körpertheile einstechen. Elektrische Wasserbäder lassen sich leicht mit Hilfe des Magnetelektromotors einrichten. Man legt die Handhaben in einer bestimmten Entfernung von einander in Wasser. Der Strom wählt den kürzesten Weg. Er ist daher in der die beiden Enden der Handhaben verbindenden geraden Linie am stärksten, und wird um so schwächer, je weiter man nach Außen geht. Dieses giebt ein Mittel, die Stellung, welche der kranke Theil in dem Wasserbade einnehmen soll, zu bestimmen.

Die elektrischen Fische wurden auch bisweilen zu Heilzwecken benutzt. Die Schläge des Zitterrochens sind zu schwach, als daß sie bedeutende medicinische Wirkungen bedingen könnten. Der Zitteraal dürfte in dieser Hinsicht eher von Nutzen sein. Drei oder vier Schläge dieses Thieres sollen z. B. heftige Schmerzen in der Schulter und dem Arme, die in Folge einer Verletzung entstanden waren, geheilt haben [2]).

364 Die durch unseren Körper geleitete Elektricität ändert die Lebensthätigkeiten in doppelter Weise. Die Nerven, welche durch sie angeregt werden, üben sich gewissermaaßen in ihrer Thätigkeit. Sie können daher ihre krankhaften Stimmungszustände verlieren oder ihre frühere Kraft, wenn sie gelähmt waren, wieder gewinnen. Die Elektricität erwärmt aber überdieß die Theile, durch die sie durchschlägt, und wirkt in der Form eines eigenthümlichen Reizes. Sie vergrößert daher die Entzündung, die schon in einem Organe besteht, und erregt oft regelwidrige Zustände der Art, wenn sie in übermäßigem Grade angewendet wird. Sie verstärkt aber auch die Erscheinungen der Einsaugung und Absonderung und kann daher in dieser Hinsicht mit Nutzen gebraucht werden.

Die Krankheiten, die sich vorzugsweise für die medicinische Anwendung des Galvanismus eignen, sind Lähmungen, Störungen der nervösen Thätigkeiten der Sinne, Nervenverstimmungen und Muskelkrämpfe. Zahnschmerzen, Rheumatismen, atonische Gicht, Amenorrhö und Dysmenorrhö bilden eine zweite Reihe von Leiden, welche durch jenes Heilmittel gehoben oder wenigstens erleichtert werden können. Es versteht sich aber von selbst, daß die gleichzeitige Anwesenheit entzündlicher Zustände die Anwendung desselben

---

dicin, nebst Abbildung und Beschreibung eines einfachen und billigen elektro-magnetischen Apparates. Rostock, 1843. 8. S. 12. 13. Fig. II. dargestellt.

[1]) Schmalz in der Berliner Wochenschrift für die gesammte Heilkunde. 1845. 8. S. 397.

[2]) Miranda und Paci in de la Rive Archives de l'Electricité. Tome V 1845. p. 498.

bedenklich macht oder gänzlich verbietet. Die Ausschwitzungen, die R. Froriep [1] mit dem Namen der rheumatischen Schwiele belegte und die häufig mit Nervenschmerzen verknüpft sind, scheinen vorzüglich durch verstärkte Einsaugung, welche der Gebrauch des Rotationsapparates bedingt, geheilt zu werden.

Die Vorschläge, die Elektricität zur Belebung des Scheintodes zu versuchen oder bei eingeklemmten Brüchen oder inneren Darmeinklemmungen zu benutzen, haben nur noch einen geschichtlichen Werth. Eben so wenig kann sie wahrscheinlich für die Dauer bei Starrkrampf, eingewurzelter Fallsucht oder Nervengeschwülsten nützen. Künftige Erfahrungen müssen entscheiden, ob sie zur Abtreibung von Bandwürmern zu dienen vermag

Die thermischen Wirkungen der Quantitätsströme sind bis jetzt weniger, als sie es verdienen, gebraucht worden. Hat man z. B. einen gewundenen Fistelgang oder einen hohlen Zahn, in dessen Inneres man schwer eindringt, so kann man einen kalten Drath in aller Ruhe einführen und ihn dann durch einen geeigneten Apparat, z. B. eine Grove'sche oder Bunsen'sche Säule glühend machen.

Die Anwendung galvanischer Ketten ist auch zur Aufhellung von Trübungen der Hornhaut und der Linse (Crusell, Lerche und Heidenreich), zur Verkleinerung wassersüchtiger Augäpfel (Schuberth), zur Schmelzung von Ausschwitzungen, zur Auflösung abgestorbener Knochen (Chossat), zur Einführung von Jod in das Innere von Geschwülsten (Fabré-Palaprat) [2] und zur Heilung der Pulsadergeschwülste mit Hilfe der Acupunktur (Petrequin) [3] empfohlen worden. Es ist möglich, daß sie hier in Einzelfällen gute Dienste leistet. Allein künftige Erfahrungen müssen erst darüber entscheiden, inwiefern und in welchen Fällen sie mit Nutzen zu Hilfe gezogen werden kann.

Allgemeine chemische Verhältnisse.

365 **Elementarbestandtheile des Organismus.** — Die einfachen Stoffe, die zu dem Aufbau und der Unterhaltung unseres Körpers gebraucht werden, kommen an den meisten Punkten des Erdballes vor. Wir können daher auch unter allen Himmelstrichen, die uns nicht durch mechanische oder Temperaturhindernisse verschlossen sind, leben. Wäre uns nur eine seltene Substanz unerläßlich gewesen, so würde hierdurch die Verbreitung des Menschengeschlechtes und sein ausgedehnter Einfluß auf Beschaffenheit der Producte der Erdoberfläche in höchstem Grade beschränkt gewesen sein.

366 Die unzerlegten Stoffe, die als Bestandtheile der Organe auftreten, umfassen etwas mehr, als den vierten Theil der Körper, welche die gegenwärtige Chemie nicht ferner zersetzen kann. Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Kiesel, Fluor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan und nach Einigen Kupfer, mithin 15 bis 16 unzersetzbare Substanzen bilden die gewöhnliche Reihe, aus der die verschiedenen Gebilde unserer Organe ihre

---

[1] R. Froriep, Beobachtungen über die Heilwirkung der Elektricität, bei Anwendung des magneto-elektrischen Apparates. Erstes Heft. Die rheumatische Schwiele. Weimar, 1843. 8. S. 4 fgg. Vergl. auch J. E. Wezler, Beobachtungen über den Nutzen und den Gebrauch des Keil'schen magnet-elektrischen Rotationsapparates in Krankheiten. Leipzig, 1842. 8. und J. Hesse, Erfahrungen und Beobachtungen über die Anwendung des magnet-elektrischen Rotationsapparates in Krankheiten. Neubrandenburg, 1843 8.

[2] R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 559 — 562.

[3] De a Rive Archives de l'Electricité. Tome V. Génève, 1845. 8. p. 485 — 490.

Bestandtheile wählen. Sie können aber nicht immer andere Körper, die mit ihnen in Wechselwirkung treten, zurückweisen. Jod, Brom, Silber, Gold, Spießglanz, Arsenik, Quecksilber u. dgl. erscheinen daher bisweilen in dem menschlichen Organismus.

Stoffe, wie Jod, Brom, Aluminium, Titan und Arsenik, welche einzelne Chemiker als regelrechte Bestandtheile des Menschen ansahen, finden sich nicht in dem gesunden Menschen, wie spätere Gegenbeobachtungen gelehrt haben. Manche, z. B. das Titan, sind sogar nicht einmal unter krankhaften Verhältnissen mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Ob Steinbildungen der Lungen Alaunerde enthalten können, müssen künftige Forschungen näher bestimmen.

Verbrennen wir eine organische Masse, so verkohlt sie sich im Anfange, d. h. es bleibt ein Rest, der dunkel gefärbt ist, zurück, weil noch nicht aller Kohlenstoff als flüchtige Carbonverbindung davongegangen. Der Ueberrest enthält aber noch eine Menge anderer Bestandtheile neben der Kohle. Wird das Glühen unter Zutritt von Sauerstoff weiter fortgesetzt, so verflüchtigt sich bisweilen die Gesammtmasse des organischen Körpers. Er hinterläßt aber nicht selten einen Rückstand, welcher der Wirkung des Feuers widersteht oder durch sie nur so viel, als jede unorganische Masse unter den gleichen Verhältnissen abgeben würde, verliert. Man nennt das Zurückbleibende die Asche oder die feuerbeständigen, das Davongehende dagegen die organischen feuerflüchtigen Bestandtheile. 367

Der Zucker hinterläßt z. B. keine Asche. Die aber, die man aus vielen thierischen Theilen erhält, kann noch durch fortgesetztes Glühen an Gewicht verlieren, weil ihre kohlensauren Salze Kohlensäure abgeben oder sich eine gewisse Menge von Chlornatrium verflüchtigt. Einzelne Ammoniakverbindungen, die von vorn herein vorhanden sind oder sich durch das Brennen erzeugen, werden schon bei geringerer Hitze ausgestoßen. Man darf daher nicht immer den Verlust, den eine organische Substanz durch das Veraschen erleidet, als den reinen Ausdruck der Menge der verbrennbaren Verbindungen ansehen.

Die feuerflüchtigen Theile bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff oder enthalten noch Stickstoff außer den drei genannten Körpern. Man nennt sie demgemäß stickstofflose und stickstoffhaltige, ternäre oder quaternäre Verbindungen. Sie bilden die eigenthümlichsten Elemente der organischen Masse. Die Asche dagegen hat eine den unorganischen Mischungen näher stehende Zusammensetzung. Stammt sie von thierischen Theilen, so führt sie meist Chloralkaloide, kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure Alkalien und Erden, Fluorcalcium und kohlensaure oder phosphorsaure Metallverbindungen. 368

Die feuerflüchtigen und die Aschenbestandtheile durchdringen einander in den verschiedenen organischen Gebilden. Trocknen wir ein Gewebe vorsichtig aus und glühen es alsdann, bis es alle seine Kohle verloren hat, so zeigt uns seine Asche unter dem Mikroskope ähnliche Formbegrenzungen, wie sie der frische Theil darbot. Man kann sich auf diese Art Kieselskelette der Pflanzenzellen der Schachtelhalme und anderer Gewächse, 369

Kalknetze der Schaalen der Seeigel und selbst die Ascheneonturen von Samenthierchen zur Anschauung bringen. Jedes Molecül Asche durchdringt also hier gleichsam jedes Atom der feuerflüchtigen organischen Substanz.

370 Die Chemie ist auf ihrer gegenwärtigen Stufe der Ausbildung nicht im Stande, diese wechselseitige Verbindung mit hinreichender Schärfe zu berücksichtigen. Will man eine organische Masse zerlegen, so trocknet man sie zuvor und bestimmt so ihren Gehalt an Wasser und an Verbindungen, die sich schon in niederer Wärme (von 60°—140° C.) verflüchtigen. Man schreitet dann zur Verbrennung und bestimmt ihre Producte auf dem Wege der Elementaranalyse. Bleibt noch Asche zurück, so wird sie nach den Regeln, welche die unorganische Chemie für die Untersuchung von Salzen oder Mineralien giebt, geprüft. Man erhält so nach und nach dreierlei Werthe, die in der Natur selbst mit einander vereinigt sind und sich wenigstens in vielen Fällen auf das Innigste durchdringen.

371 Wird es aber auf solche Weise unmöglich, sich selbst durch die genaueste chemische Untersuchung über die Zusammensetzung eines Organes genügend zu belehren, so erhöht sich noch der Uebelstand in vielen Fällen durch ein anderes Nebenverhältniß. Eine organische Verbindung, die vollkommen auskrystallisirt ist, krystallisirte Salze liefert, einen beständigen Siedepunkt hat oder keine fremdartigen Gemengtheile führt, kann als ein in allen Theilen gleichartiger Körper betrachtet werden. Die Untersuchung ruht daher dann auf sicherem Boden. Besteht aber eine Masse aus verschiedenartigen, mechanisch neben einander gelagerten Elementen, so hängt es oft von Zufall ab, wie sie in dem der Untersuchung unterworfenen Theile gemengt sind. Der Chemiker, der ein Stück des Gehirns zerlegt, arbeitet, wie das Mikroskop lehrt, mit einer Mischung von Nervenkörpern, Nervenfasern, Blutgefäßen und bisweilen selbst von Pigmentzellen, Epithelialgebilden und Faserhäuten (Ependyma). Die verhältnißmäßigen Mengen dieser einzelnen Bestandtheile wechseln nach dem Orte, von dem das geprüfte Hirnstück stammt. Fett- und Eiweißproducte werden hier zugleich in unbeständigen Verhältnissen auftreten. Das Ergebniß kann weder in allen Fällen gleichartig, noch vollkommen genügend ausfallen.

Macht aber die Darstellung verwickelte Vorbereitungen nöthig, so werden hierdurch nicht selten einzelne Verbindungen umgesetzt. Man arbeitet mit anderen Körpern, als die das Leben braucht und benutzt. Es kann hiernach nicht befremden, wenn noch jetzt viele der ausführlichsten und selbst der gründlichsten Arbeiten der organischen Chemie eine nur geringe Ausbeute der Physiologie liefern.

Die vollständige Zufuhr des zu binären Verbindungen nöthigen Stoffes bildet die Grundlage, auf welcher die Elementaranalyse fußt. Keine organische Substanz enthält so viel Sauerstoff, daß er allen ihren Kohlenstoff in Kohlensäure und ihren Wasserstoff in Wasser umwandeln könnte. Theilen wir ihr eine hierzu hinreichende Menge von Sauerstoff mit und machen es möglich, daß er sich des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes bemächtigt, so werden wir jede ternäre organische Verbindung in Kohlensäure und Wasser verwandeln können. Dieses ist der nächste Zweck der Elementaranalyse stickstoffloser Körper.

Anhang Nr. 35.

Wollten wir sie ohne weitere Vorbereitung in der Luft verbrennen, so würden sich empyreumatische Producte neben Kohlensäure und Wasser erzeugen. Gewisse Vorsichtsmaaßregeln müssen daher diesen Uebelstand verhüten. Dreierlei Methoden können zu dem gleichen Ziele führen.

Man vermischt die Masse mit einem Körper, der in der Hitze Sauerstoff abgiebt. Sie verbrennt daher in einer Sauerstoffatmosphäre, die sich sogleich allen Kohlen- und Wasserstoffes zu bemächtigen sucht. Das Kupferoxyd wird am häufigsten zu diesem Zwecke angewandt. Es muß aber vorher geglüht sein und warm eingefüllt werden, weil es sonst leicht Kohlensäure und Wasser anzieht und dann bei dem Erhitzen abgiebt.

Thierische Körper, die sich sehr schwer veraschen, verbrennen nur unvollständig, wenn sie mit Kupferoxyd geglüht werden. Bleibt aber so ein Theil der Kohle zurück, so wird natürlich die Elementaranalyse zu kleine Kohlenstoffwerthe liefern. Man vertauscht es daher mit chromsauerem Bleioxyd, das bessere Dienste leistet.

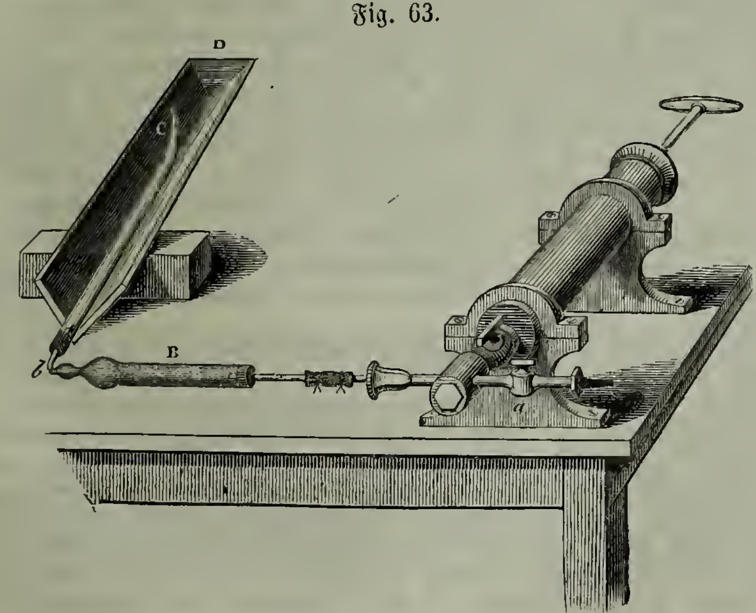
Die zweite Methode besteht darin, daß man die organische Verbindung in einem Strom von Sauerstoff verbrennt. Da aber die Bereitung des Gases, das überdieß weder zu langsam, noch zu schnell durchstreichen darf, manche Unbequemlichkeit verursacht, und keine besonderen Vortheile, wenn man nicht den Sauerstoff direct bestimmen will, zu gewähren im Stande ist, so haben sie die meisten neueren Chemiker verlassen.

Der dritte Weg bildet gewissermaaßen eine Verbindung der Verbrennung in der Atmosphäre und der in Sauerstoffgas. Man leitet einen Strom von kohlensäure- und wasserfreier atmosphärischer Luft durch die Verbrennungsröhre. Kohlensäure, Wasser und empyreumatische Producte erzeugen sich dann hier bei dem Erhitzen. Das Ganze streicht von da durch eine heiße Sauerstoffatmosphäre, welche die empyreumatischen Körper vollständig oxydirt. Man hat dann nur Kohlensäure und Wasser als Endproducte und kann sie durch geeignete Vorrichtungen ihren Mengen nach bestimmen.

Wir wollen uns zweierlei hierher gehörende Apparate, den von Liebig und den neuesten von Brunner zur näheren Erläuterung anschaulich machen. Jener, der gegenwärtig in den meisten Laboratorien gebraucht wird, beruht auf der Verbrennung mit Kupferoxyd oder chromsaurem Bleioxyd, dieser dagegen auf der dritten der oben erläuterten Methoden.

Man füllt nach Liebig [1]) unter gewissen Vorsichtsmaaßregeln die aus schwerflüssigem weißen böhmischen Glase bestehende, an einem Ende in eine umgebogene und zugeschmolzene Spitze auslaufende Verbrennungsröhre *c* Fig. 63, mit einer Mischung von warmem Kupferoxyd und der gewogenen organischen Substanz, die man analysiren will. Das Kupferoxyd wird am besten durch mäßiges Glühen von krystallisirtem salpetersaueren Kupferoxyd bereitet.

Fig. 63.



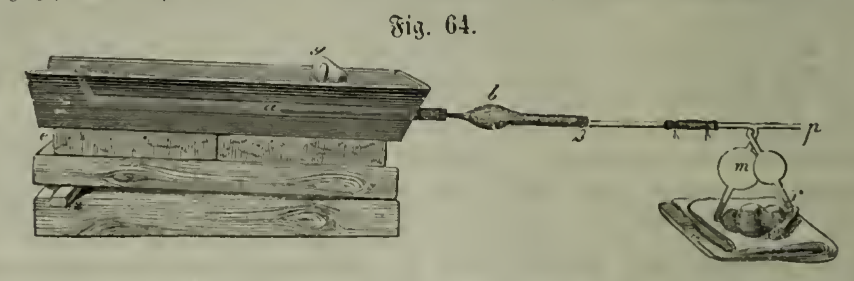
Die Verbrennungsröhre *c*, welche in einen hölzernen Sarg *D*, den man später mit heißem Sande füllt, kommt, ist durch einen getrockneten Kork mit der Chlorcalcium enthaltenden Röhre *B* verbunden. Die letztere wird luftdicht durch ein Gummirohr

[1]) Siehe das Nähere in Liebig's Artikel: Organische Analyse in dem Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig, 1837. 8. S. 357 — 400. Vergl. auch:

mit der Fig. 63. sichtbaren Handluftpumpe vereinigt. Pumpt man dann, wenn Alles hermetisch schließt, Luft aus, und läßt wieder, indem man den Hahn *a* öffnet, neue Atmosphäre ein, so trocknet das in *B* befindliche Chlorcalcium das hindurchstreichende Gas. Man sucht auf diese Art die in der Verbrennungsröhre *c* enthaltene Luft wasserfrei zu bekommen. Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre wird hierbei als zu unbedeutend außer Acht gelassen.

Ist die Vorbereitung vollendet, so bringt man die Verbrennungsröhre *c*, Fig. 63., in den Ofen *a*, Fig. 64., der an Ziegelsteinen ruht und durch Holzstücke, wie es die Abbildung zeigt, unterstützt wird. Man befestigt dann an ihr mittelst eines Korkes die Chlor-

Fig. 64.



calciumröhre *b*. Der Kork *β* wird mit Siegellack überzogen und mittelbar durch ein Glasröhrchen und eine Gummiröhre mit der mit kaustischer Kalilösung zum Theil angefüllten Kugelvorrichtung *m r*, dem Liebig'schen Kaliapparate, der bei *p* offen ist und auf dem Tuche *s* ruht, in Verbindung gebracht. Der letztere ist vorher, wie es Fig. 65.

Fig 65.



zeigt, durch das Anfügen der Saugröhre *b* mit der Kalilösung, die man aus *a* eingesogen, gefüllt worden. Schließt Alles luftdicht, so schreitet man zur Verbrennung in *a*, die man von vorn nach hinten, in der Richtung von *b* nach *a* vornimmt. Der eingesetzte eisenblecherne Schirm *g* dient zum Zusammenhalten der Kohlen und zur Regulirung des Feuers an einzelnen Stellen der Verbrennungsröhre.

Die Chlorcalciumröhre *b* nimmt das Wasser und der Kaliapparat *m r* die Kohlensäure auf. Die ausgetriebene Atmosphäre kann aber durch *p* hervortreten. Ist die Verbrennung beendigt, so enthält noch der Apparat viel Kohlensäure, die nachträglich von der Kalilösung aufgenommen wird. Da aber Alles luftdicht schließt, so steigt sie hierdurch in *m* in die Höhe. Man muß daher den früher eingelegten Keil *f*, der am besten von Kork ist, hinwegnehmen, damit sie nicht in die Chlorcalciumröhre vordringe. Ist es so weit gekommen, daß Luftblasen von *m* aus in den Apparat eindringen, so schneidet man die Spitze der von dem Feuer entfernten Verbrennungsröhre *c*, Fig. 63., durch, setzt wieder an das offene Ende des Kaliapparates *p*, Fig. 64., die Saugpipette *b*, Fig. 65., und zieht von hier aus einen Luftstrom ein, um so den Ueberrest des Wassers und der Kohlensäure durch das Chlorcalcium und das Kali zu führen und zur Absorption zu bringen. Hat man das Chlorcalciumrohr und den Kaliapparat vor dem Versuche tarirt, so giebt die Gewichtszunahme die Menge der Kohlensäure und des Wassers, die eine bekannte Masse organischer Substanz geliefert hat.

Manche Chemiker bringen noch zwei mit Stückchen kaustischen Kalis gefüllte Röhren hinter dem Liebig'schen Kugelapparate an. Die erste soll dann den etwa aus der Kalilösung durch den Luftstrom fortgeführten Wasserdampf und die durchgelassenen Spuren der Kohlensäure, die zweite dagegen die Kohlensäure der freien Atmosphäre aufnehmen. Jene wird deshalb gewogen, diese dagegen nicht.

Der neuere Apparat von Brunner, der eine weitere Vervollkommnung der früheren Vorrichtungen dieses Chemikers bildet und nächstens in den Annalen der Physik ausführlicher beschrieben werden wird, besteht aus einer unten mit einem Hahne versehenen Flasche, deren obere Oeffnung durch einen Zapfen luftdicht verschlossen ist. Der Hahn bleibt während der ganzen Analyse zu. Der Zapfen hat zwei Oeffnungen. Der mit einem

---

Th. Graham, Lehrbuch der Chemie Bearbeitet von F. J. Otto. Lieferung XVII und XVIII. Braunschweig, 1843. 8. S. 19 fgg.

Hahne versehene Ausläufer einer umgestürzten und an ihrem früheren Boden abgeschnittenen Flasche ist in das eine Loch eingefügt. Das zweite enthält eine gebogene, mit Asbest und Schwefelsäure gefüllte Röhre, an die sich das lange Verbrennungsrohr anschließt. Hierauf folgt ein mit ausgeglühtem Kupferoxyd gefüllter Flintenlauf, der in einem eigenen Kohlenofen glühend gemacht wird. Er ragt mit seinen beiden Endstücken aus dem Erwärmungsraume hervor und ist an die Verbrennungsröhre und die auf den Ofen folgende Wasserröhre durch Siegellack gekittet. Die Vorrichtungen, die jenseit des Glühapparates liegen, sind eine Röhre mit Asbest und Schwefelsäure und eine zweite mit Kalk, der mit kaustischem Kali befeuchtet worden und hinter dem Bimsstein und Schwefelsäure angebracht ist. Die Füllungsart dieser Röhren wird uns bei dem Athmen ausführlicher beschäftigen. Den Schluß des Ganzen bildet eine kleine Woulfsche Flasche, die vollkommen klares Kalkwasser oder Bleiessig enthält.

Die gewogene organische Substanz ist in der Verbrennungsröhre mit Quarzsand gemischt eingefüllt. Man macht nun zuerst den in dem Ofen eingeschlossenen Theil des Flintenlaufes glühend und läßt gleichzeitig Wasser von zwei mit Hähnen versehenen Behältern auf die hervorragenden Theile desselben herabtropfen, damit nicht der Verbindungssiegellack erweicht. Oeffnet man den Hahn, der die abgeschnittene und mit Wasser gefüllte Flasche und die mit dem verschlossenen Hahne versehene Hauptflasche verbindet, so streicht ein Luftstrom durch das ganze Röhrensystem und giebt sich in der am Ende befindlichen Woulfschen Flasche zu erkennen.

Sollen keine Störungen entstehen, so muß die durchgeleitete Luft kohlensäure- und wasserfrei in die Verbrennungsröhre eintreten. Wirft man einige Kalistückchen in das Wasser der abgeschnittenen Flasche, so verschluckt es die in der Hauptflasche befindliche Kohlensäure der Atmosphäre, so wie es in sie eingelassen wird. Der Wasserdampf wird von der Schwefelsäureröhre, die vor dem Verbrennungsrohr angebracht ist, aufgenommen.

Das Ende der letzteren enthält Kupferoxyd und neigt sich dann gegen das angrenzende freie Stück des Flintenlaufes hinab. Eben so senkt sich der vorderste Theil der zweiten Wasserröhre gegen das hintere herunter, damit die sich anhäufenden Producte leichter abfließen. Glüht der Flintenlauf, so erhitzt man das Kupferoxyd, das in das Ende der Verbrennungsröhre eingefüllt ist und verkohlt die mit Quarz gemischte organische Substanz mittelst einer zweiten untergesetzten Lampe. Das Kupferoxyd reducirt sich häufig zuerst und wird später bei fortgesetztem Glühen von Neuem schwarz.

Der anhaltend durchgehende Luftstrom treibt alle Verbrennungsproducte in der Richtung nach hinten oder nach der Woulfschen Flasche fort. Die empyreumatischen Dämpfe durchstreichen die Sauerstoffatmosphäre des Endtheiles der Verbrennungsröhre und den mit Sauerstoff gefüllten Glühraum des erhitzten Flintenlaufes. Sie verwandeln sich vollständig in Kohlensäure und Wasser. Dieses wird dann von der zweiten Wasser- und jenes von der Kalkröhre aufgenommen. Das Kalkwasser oder der Bleiessig dient nicht bloß, die Stärke des Luftstromes und die Güte des Verschlusses des Ganzen, sondern auch die Richtigkeit der Analyse anzuzeigen. Denn jedes Minimum von Kohlensäure oder empyreumatischen Dämpfen, das eintritt, trübt vorzüglich den Bleiessig.

Obgleich diese Vorrichtung auf den ersten Blick ziemlich verwickelt erscheint, so ist sie doch in der praktischen Ausführung sehr einfach. Sie gewährt aber mehrere Vortheile. Man ist gegen Irrungen, die durch den Kohlensäure- und Wassergehalt der Atmosphäre entstehen, ohne alle Vorbereitung gesicherter, als in anderen Verfahrungsarten. Man vermag größere Quantitäten und selbst mehr als ein Grm. zum Verbrennen zu nehmen und sieht an dem weißen Quarze, ob noch eine Spur von Kohle vorhanden ist oder nicht — ein bedeutender Vortheil, der bei der Vermischung mit Kupferoxyd oder chromsaurem Bleioxyd der dunkelen Farbe des Ganzen wegen unmöglich wird. Man steht endlich nicht in Gefahr, etwas von der gewogenen Substanz durch die Abreibung im Mörser zu verlieren oder sich durch die Wasser- und Kohlensäureanziehung des Kupferoxydes zu irren. Der Flintenlauf kann, wenn er einmal gefüllt ist, 10 — 12 Mal dienen. Man muß nur immer mit dem Glühen desselben und dem Luftdurchzuge anfangen.

Ist die Hauptflasche mit Wasser gefüllt, so läßt man es durch ihren Abzugshahn ab. Man erneuert auf diese Art den Luftraum zwischen je zwei oder innerhalb einer Analyse.

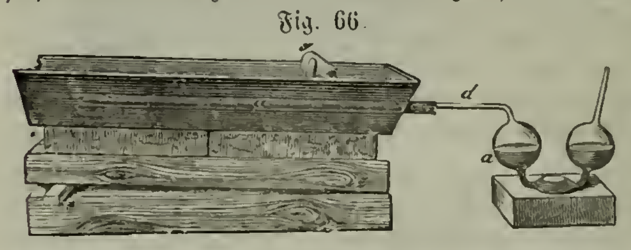
Enthält die organische Verbindung Stickstoff, so erfordert die Bestimmung dieses Körpers eine zweite Analyse. Man hatte früher mehrfache Methoden angegeben, um den

Stickstoff gasförmig zu erhalten, in einer graduirten Röhre zu messen oder zu schätzen und das gefundene Volumen mit Berücksichtigung des Barometerstandes und der Temperatur in Gewicht zu verwandeln. Dieser beschwerliche Weg, der bei der geringsten Ungenauigkeit zu merklichen Irrungen führt, wurde durch die sicherere und einfachere Vorschrift von Varrentrapp und Will[1]) beseitigt.

Wird eine stickstoffhaltige Substanz mit Kupferoxyd, chromsauerem Bleioxyd oder in freier Luft verbrannt, so geht der Stickstoff als solcher davon. Glüht man sie dagegen mit einer Mischung von Kali- oder Natronhydrat mit Aetzkalk, so wird ein Theil des Wassers zersetzt. Während sein Sauerstoff zur Oxydation der Kohle oder des Wasserstoffes dient, bemächtigt sich der Stickstoff des Wasserstoffes. Man erhält ihn dann in der Form von Ammoniak.

Man mengt am besten den organischen Körper mit einer Masse, die man sich durch Ablöschen von Kalk mit Natronlauge und nachfolgendes Glühen und Zerreiben bereitet hat, füllt das Ganze in die Verbrennungsröhre ein und bringt diese in den Ofen. Ein Kugelapparat *a*, der mit verdünnter Salzsäure von 1,1 sp. Gew. gefüllt ist, wird mit ihr in *d* durch einen Kork verbunden. Feuert man nun, wenn Alles luftdicht schließt, so nimmt die Salzsäure das Ammoniak auf. Die übrigen, sich dann entwickelnden Gase, wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff treten durch und geben den Gang des Stromes an. Will man das leicht mögliche Zurücksteigen der Salzsäure verhüten, so vermischt man den stickstoffhaltigen Verbrennungskörper mit einem stickstofflosen. Die Nebengase werden hierdurch zahlreicher. Verschluckt auch die Salzsäure viel Ammoniak, so geht sie doch dann nicht so leicht von *a* nach *d* über.

Fig. 66.



Ist Alles verbrannt, so wird wieder die Spitze der Verbrennungsröhre abgebrochen und die Luft des Apparates durch die Kugelvorrichtung durchgesogen. Ein Röhrchen mit Kali schützt hierbei vor dem Einziehen der Salzsäuredämpfe. Man hat daher, wenn man gut verbrannte und glühte, alles Ammoniak an Salzsäure gebunden, d. h. als Salmiak. Dieser wird, indem man die Salzsäure unter gewissen Vorsichtsmaaßregeln mit einer Mischung von Weingeist und Aether und mit Platinchlorid behandelt, als Platinsalmiak erhalten. Glüht man den letzteren vorsichtig, so läßt sich die Menge des ursprünglich vorhandenen Stickstoffes aus der Quantität des Platins berechnen. Da 100 Theile Platin 14,25 und 100 Theile Platinsalmiak 6,31 Stickstoff enthalten, so verkleinert sich jeder Fehler dieser Endproducte um das 7 bis 16fache für den gesuchten Stickstoffwerth.

Weiß man nun, wie viel Kohlenstoff und Wasserstoff eine stickstofflose und wie viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff eine stickstoffhaltige Verbindung führt, so findet man den Sauerstoff, wenn man die Summe dieser Bestandtheile von der Gesammtmenge des untersuchten Körpers abzieht. Eine einfache Proportion giebt dann seine procentige Zusammensetzung.

Kennt man die Atomgewichte des Kohlenstoffes, des Wasserstoffes und des Stickstoffes, wenn das des Sauerstoffes 100 beträgt, so läßt sich hieraus die elementaranalytische Formel berechnen. Das Atomgewicht und die Frage, ob man die Verbindung als einfaches oder mehrfaches Atom anzusehen hat, kann erst entschieden werden, wenn man ihre Vereinigungsart mit anderen Körpern von bekannten Atomverhältnissen kennt. Diese nachträgliche Untersuchung stellt daher erst den Formelwerth fest. Anhang Nr. 36.

372 Die Bestimmung der Aschenbestandtheile organischer Stoffe unterliegt ebenfalls manchen Schwierigkeiten. Hat man ein organischsaures Salz, z. B. citronensaueres Kali, so verwandelt es sich durch die Ver-

[1]) Annalen der Pharmacie. Bd. XXXIX. Heidelberg, 1841. S. 257 — 296.

brennung in kohlensaueres. Es ist daher denkbar, daß sich die Kohlensäure, die sich auch durch die Zersetzung anderer Verbindungen unseres Körpers erzeugt, wo es angeht, der daneben vorhandenen Alkalien bemächtigt. Man erhält dann zu viel Asche. Der umgekehrte Fall wird noch leichter möglich sein. Die kohlensaueren Alkalien entbinden neben der kohlensauern Kalkerde einen Theil ihrer Kohlensäure durch heftiges Glühen. Waren sie schon in der frischen organischen Masse enthalten und erhitzt man zu stark und zu lange, so findet man weniger Asche, als man bekommen sollte. Es können aber auch noch Theile anderer Salze, wie des Kochsalzes, davongehen. Viele der Aschenbestimmungen des Blutes und selbst der Festgebilde unseres Körpers dürfen daher nur höchstens als annähernd genau betrachtet werden.

Eine Reihe von vergleichenden Versuchen, die ich über den Kohlensäuregehalt der Knochen, der Zähne und der Concremente im frischen und im veraschten Zustande anstellte, können das eben Gesagte veranschaulichen. Fig. 67. stellt den hierzu gebrauchten Apparat, der auf der von Fresenius und Will[1]) angegebenen Methode fußt, dar. Ein leichtes Fläschchen *a* ist mittelst eines zweimal durchbohrten Zapfen *g* luftdicht verschlossen. Die eine Oeffnung enthält den Ausläufer *b* eines Ballons *c*, dessen Hals durch einen Zapfen *d* hermetisch zugemacht werden kann. *b* endigt im Innern der Flasche *a* in eine feine offene Spitze, die etwas höher steht, als der zwischen *c* und *b* befindliche wagerechte Schenkel. Die zweite Oeffnung des Zapfens *g* enthält eine kleine Knieröhre, die zwei Kugelanschwellungen *e* und *f* besitzt. Diese und *b* müssen auch in *g* luftdicht eingefügt sein.

Fig. 67.



Man füllt nun *e* mit Asbest, durchtränkt ihn mit etwas destillirter oder guter englischer Schwefelsäure und stopft in *f* trockenen langfaserigen Asbest locker ein. Salpetersäure wird in *c* ungefähr bis zur Höhe, wie es die Figur zeigt, aufgeschichtet. Hat man noch etwas Wasser in *a* eingegossen, so wischt man das Ganze mit einem Tuche sorgfältig ab und tarirt es.

Man schüttet nun die zu prüfende gepulverte und vollständig ausgetrocknete Substanz in *a* hinein. Der neue Gewichtsunterschied giebt die Menge der Masse. Schließt Alles luftdicht, so saugt man Salpetersäure von *h* aus unmittelbar oder mittelst eines luftdicht angefügten Kugelrohrs in der Richtung von *c* nach *a* ein. Da der Zapfen *d* luftdicht schließt, so springt die übrige Salpetersäure, so wie das Saugen aufhört, zurück. Die am Grunde von *a* befindliche thierische Masse entbindet ihre Kohlensäure. Der mit Wasserdampf gesättigte Luftüberschuß von *a* geht durch *e* durch und giebt hier sein Wasser an die Schwefelsäure ab.

Man wiederholt von Zeit zu Zeit das Einsaugen, bis sich keine Kohlensäure mehr entwickelt und sich also die kohlensaure Verbindung in eine salpetersauere verwandelt hat.

[1]) Annalen der Pharmacie Bd. XLVII. Heidelberg, 1843. 8. S. 91.

Da aber immer der Vorsicht halber mehr Salpetersäure, als nöthig ist, genommen werden muß, so zieht man noch zuletzt den Ueberschuß von Säure von *c* nach *a* hinüber. Ist dieses geschehen und hat man sich überzeugt, daß keine neuen Kohlensäurebläschen entstehen, so lüftet man den Zapfen *d* und zieht nun längere Zeit hindurch einen Strom von Atmosphäre von *h* aus durch, damit, wo möglich, die in *a* befindliche kohlensäurereichere Luft durch reine Atmosphäre ersetzt werde. Haften noch Gasbläschen an den Wänden der Flasche, so kann man sie, indem man *a* in schwach erwärmtes Oel taucht, entfernen. Doch muß dieses mit vieler Vorsicht aus den bald zu erwähnenden Gründen geschehen. Das Gewicht des Apparates ändert sich nicht, wenn er auch 24 — 48 Stunden steht. Es vergrößert sich dagegen später, weil die Schwefelsäure *e* Wasser aus der Luft anzieht.

Hätte das Ganze gar keine Fehlerquelle, so müßte jetzt der wohl abgetrocknete Apparat, so viel weniger, wie das zweite Mal wiegen, als Kohlensäure davongegangen. Allein die Anwendung der Salpetersäure führt einen kleinen Uebelstand mit sich. Sie entbindet nämlich etwas salpetrige Säure, so wie sie auf die organischen Theile einwirkt. Man schmeckt es deutlich bei dem Einsaugen. Die Erhöhung des Gewichtsverlustes, die hierdurch entsteht, ist verhältnißmäßig, wie Gegenversuche lehren, so unbedeutend, daß dieser Umstand ohne erhebliche Irrung außer Acht gelassen werden kann. Andere kräftige Säuren führen ähnliche Nachtheile mit sich. Die Schwefelsäure kann aber gar nicht für Knochen, Zähne und andere kalkreiche Thiergebilde gebraucht werden, weil der schwer lösliche schwefelsaure Kalk, so wie er sich erzeugt, die übrige Substanz einhüllt und vor der ferneren Wirkung der Schwefelsaure schützt. Man erhält daher zu kleine Werthe. Menschenknochen z. B., die mit Salpetersäure 4,57% Kohlensäure geben, lieferten bloß 4,07% mit Schwefelsäure.

Obgleich nur der von mir gebrauchte Apparat, wenn er vollständig gefüllt ist, 40 bis 50 Grm. wiegt, so kann man doch in ihm bequem 3 — 4 Grm. Knochen auf ein Mal prüfen. Man muß aber jede zu heftige Kohlensäurebildung vermeiden, damit nicht Flüssigkeit hinaufgedrängt oder Asbest herausgeschleudert werde.

Die folgende Tabelle giebt uns eine Uebersicht der durch eine solche Versuchsreihe erhaltenen Zahlen. Ein Theil der vollkommen getrockneten Masse wurde unmittelbar auf ihren Kohlensäuregehalt geprüft; ein zweiter dagegen zuerst verascht und dann untersucht. Man berechnete hierauf die Procentmenge der Kohlensäure der frischen Gebilde aus der ersten Untersuchung und aus der der Asche. Ich habe die Bestimmung als kohlensauren Kalk hinzugefügt, weil wir sie in der speciellen Physiologie brauchen werden. Nr. 2 und 4 beziehen sich auf doppelte Beobachtungen mit verschiedenen Portionen derselben Substanz.

Nr.	Substanz.	Asche.		Procentiger Kohlensäuregehalt der frischen Masse.		Procente des kohlensaueren Kalkes, wenn alle Kohlensäure an Kalk gebunden ist, nach der frischen Masse bestimmt.
		Procente der frischen Masse	Procentiger Kohlensäuregehalt.	Unmittelbar gefunden.	Aus der Asche berechnet.	
1	Geraspelte Knochensubstanz des Oberschenkelbeines eines Erwachsenen	68,48	6,61	4,57	4,53	10,49
2	Pulver von 12 zerstoßenen Backenzähnen	79,37 } 78,38 } 78,78	2,61	3,24 } 3,27 } 3,26	2,29 } 2,05 } 2,17	7,48
3	Schwammigte Masse des Oberschenkelbeines eines halbreifen Pferdeembryo	59,85	2,91	2,15	1,74	3,99
4	Concremente aus dem Pferdeharn	93,09	40,59	36,96 } 36,88 } 36,92	37,78	86,69

Alle Theile wurden so lange getrocknet, bis sie nichts mehr an Gewicht verloren und warm eingefüllt. Die Aschen verließen erst das Feuer, wenn sie vollkommen weiß oder möglichst grauweiß waren. Enthalten sie noch Kohle, so scheidet sie sich nach Einwirkung der Salpetersäure als schwarze Pünktchen oder als schleimigte Massen aus.

Wir haben aber hier alle drei möglichen Fälle. Die Knochen des Erwachsenen (Nr. 1.) gaben der Asche nach eben so viel Kohlensäure, als die Bestimmung der frischen Gebilde lieferte; die Fötusknochen (Nr. 3.) und die Zähne (Nr. 2.) dagegen weniger und die Concremente (Nr. 4.) mehr. Da sich Nr. 2. und Nr. 3. sehr schwer veraschten und lange glühen mußten, so ward hierdurch ein Theil der ursprünglich vorhandenen Kohlensäure ausgetrieben. Der Ueberschuß in Nr. 4. hat seinen Grund nicht in der durch die Verbrennung anderer organischen Bestandtheile bedingten Kohlensäureerzeugung, sondern in einem eigenthümlichen Nebenverhältnisse. Die Concremente, wie sie der Pferdeharn führt, enthalten schwefelsauere Salze, die bei dem Glühen in Schwefelsalze verwandelt werden. Wirkt nun die Salpetersäure auf die Asche ein, so entbindet sich Schwefelwasserstoff, der mit der Kohlensäure davongeht.

Man sieht aber hieraus, welcher kritische Maaßstab anzulegen ist, wenn man Aschenbestimmungen auf die Verhältnisse frischer Theile übertragen will.

Haupttypen der elementaren Zusammensetzung. — Vergleicht man die elementaranalytischen Formeln der Hauptverbindungen, die unsere Nahrungsmittel und unsere Körpertheile bilden, so findet man, daß häufig dreierlei Gruppen wiederkehren. Zwei von ihnen gehören den stickstofflosen und eine den stickstoffhaltigen Körpern an. 373

Manche Verbindungen, wie Essigsäure, Milchsäure, Stärke, Gummi, Rohrzucker, Milchzucker, scheinen im Allgemeinen so viel Sauerstoff zu enthalten, daß er gerade hinreichen würde, mit dem daneben vorhandenen Wasserstoff Wasser zu bilden. Denkt man sich dieses als Hydrat, so bliebe der Kohlenstoff frei. Man nennt daher diese Reihe von Körpern Kohlenhydrate.

Die procentige Zusammensetzung der Fette zeichnet sich dadurch aus, daß meist ihr Kohlenstoffgehalt mehr als 3/4 des Ganzen beträgt. Ihre Wasserstoffmenge ist minder bedeutend. Da aber 1 Doppelatom Wasserstoff nur 1/6 des Gewichtes von 1 Atom Kohlenstoff und 1/8 von dem von 1 Aequivalent Sauerstoff hat, so giebt sich dieses weniger in der procentigen Zusammensetzung, als in den Formelausdrücken zu erkennen. Betrachtet man aber die letzteren, so findet man, daß immer die Atomenzahl des Sauerstoffes sehr klein ausfällt. Die größeren des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes dagegen stehen einander sehr nahe. Wir können daher die meisten Fette als Kohlenwasserstoffverbindungen, zu denen kleine Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff oder den Elementen des Wassers hinzugetreten sind, betrachten.

Die Gruppe der Proteinkörper, welche Stickstoff führt, ist noch verwickelter. Eine genaue gegenseitige Vergleichung der Formeln der hierher gehörenden Verbindungen ist aus den später anzuführenden Gründen unmöglich. Man weiß nur so viel, daß der Kohlenstoff der Substanzen, die zu der Klasse der Proteinverbindungen gehören, ungefähr die Hälfte, der Wasserstoff 1/13—1/14 und der Stickstoff 1/6—1/7 der feuerflüchtigen Elemente beträgt.

Stellen wir uns die nach später anzugebenden Grundsätzen berechneten Werthe zusammen und bezeichnen den Ausdruck des Wasseratoms $H_n O_n$ mit Aq., so erhalten wir

1) Kohlenhydrate:

Essigsäure = $C_4\ H_4\ O_4 = C_4 + Aq.$
Milchsäure = $C_6\ H_5\ O_5 = C_6 + Aq.$

Kartoffelstärke = $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$
Rohrzucker = $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$
Gummi = $C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$
Milchzucker = $C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$
} $C_{12} + Aq.$

2 Fette:

Olein des Gehirns = $C_{10}\ H_9\ O_1$.
Menschenfett = $C_{10}\ H_9\ O_1$.
Baumöl = $C_{10}\ H_{11}\ O_1 = C_{10}\ H_{10} + Aq.$
Oelsäure-Hydrat des Ochsenfettes = $C_{40}\ H_{38}\ O_5$ = 4 At. Olein + Aq. + H_1.
Gallenfett = $C_{30}\ H_{27}\ O_1$ = 3 At. Fett − O.

Die procentige Zusammensetzung aller dieser und der Proteinkörper ist in der Anhangstabelle dieses Abschnittes verzeichnet.

374 Die Kohlenhydrate, die Fette und die Proteinkörper finden sich im Pflanzen- und im Thierreiche. Das Stärkmehl und die Zuckerarten herrschen zwar in Gewächsen vor. Wir führen sie aber häufig in unseren Körper durch die Nahrungsmittel ein. Sie oder ihre Umsatzproducte vermischen sich mit unseren Säften und erfreuen sich daher eines, wenn auch nur vorübergehenden Aufenthaltes in dem thierischen Organismus. Die Ursachen, warum sie keine regelrechten Bestandtheile unseres Körpers bilden, werden uns bei den Ernährungserscheinungen klar werden.

Die Oele und Fette, die in den Gewächsen als zufällige Nebenverbindungen auftreten, bilden den Hauptrepräsentanten der bleibenden stickstofflosen Gebilde unseres Körpers. Sie sind auch oft unter verschiedenen Abweichungen in den Säften desselben aufgelöst.

Protein und die ihm verwandten Substanzen, wie Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff, kehren in gleicher oder wenigstens ähnlicher Weise im Pflanzen- und Thierreiche wieder. Die procentige Zusammensetzung bleibt sich häufig beinahe gleich, wenn auch die zu analysirende Verbindung das eine Mal vegetabilischen und das andere Mal thierischen Ursprunges ist.

Die Zahlen, zu denen Dumas u. Cahours [1]) gelangten, können uns zeigen, wie nahe die auf künstlichem Wege dargestellten Eiweiß- und Faserstoffsubstanzen, ohne Unterschied ihrer Quelle übereinstimmen. Es fand sich:

Procentige feuerflüchtige Bestandtheile.	Eiweiß				Faserstoff		
	des Blutwassers		der Eier.	des Mehles.	des Blutwassers		des Mehles.
	des Menschen.	des Ochsen			des Menschen.	des Ochsen.	
C	53,32	53,40	53,37	53,74	52,78	52,70	52,68.
H	7,29	7,20	7,10	7,11	6,ʻ6	7,00	6,99.
N	15,70	15,70	15,77	15,66	16,78	16,60	16,60.
O	23,69	23,70	23,76	23,50	23,48	23,70	23,73.

Das sogenannte Eiweiß des Mehles würde hiernach nur einen etwas höhern Gehalt an Kohlenstoff darbieten. Dieser, nicht aber die Stickstoffwerthe stehen den Größen, welche der Faserstoff liefert, näher, als den Zahlen des thierischen Eiweißes.

[1]) Annales des sciences naturelles. Tome XVIII. 1842. 8. p. 350 — 377.

Erscheinungen der Art haben zu der sogenannten chemisch-physiologischen Identitätslehre geführt. Man nahm an, daß die Pflanzennahrung die wesentlichsten Proteinkörper in den thierischen Organismus einführt und dieser daher die vorzüglichsten Bestandtheile seines Blutes und seiner Organe von den Gewächsen empfängt. Sie brauchten in ihm nur passend vertheilt zu werden, um ihre Bestimmung zu erfüllen. Die Vergleichung der vorausgesetzten Formeln ergab ferner, daß manche verschiedene Gebilde, wie Blut und Fleisch, zu den gleichen elementaranalytischen Ausdrücken führten. Die Vorstellungsweise, die sich hieraus ergiebt, steht aber mit den anatomischen Verhältnissen ihrer zu großen Einfachheit wegen in grellem Widerspruch. Denn wenn die Chemie die verschiedenartigsten Gewebe als gleichartig zusammengesetzt betrachten muß, so bekennt sie hierdurch nur, daß sie nicht ihre Unterschiede zu erläutern im Stande ist. 375

Wollte man die Formeln als vollkommen bindend ansehen, so gäben die Aschenbestandtheile einen passenden Anhaltpunkt zur Lösung dieser Schwierigkeit. Wir haben gesehen, daß der gegenwärtige Gang der Analyse die feuerfesten Bestandtheile von den feuerflüchtigen künstlicher Weise trennen muß (§. 370.). Es ist aber denkbar, daß Verbindungen derselben organischen Substanzen mit verschiedenartigen unorganischen eine gewisse Mannigfaltigkeit der Form und der übrigen Eigenthümlichkeiten hervorrufen. Die organischen Atome selbst könnten in einem Falle anders, als in dem anderen zusammenhängen. Denn dieser Ausweg wird auch z. B. in Anspruch genommen, um die so abweichenden Eigenschaften des Rohrzuckers und der Stärke erklärlich zu machen (§. 373.). 376

Die Kritik der Methoden der Elementaranalyse lehrt aber, daß man sich hier auf einem unsichereren Boden befindet, als selbst die meisten Chemiker annehmen. Die Fehlerquellen, welche der Bestimmung des Kohlenstoffes, des Wasserstoffes und des gasförmigen Stickstoffes anhaften, die neueren Verbesserungen des Atomgewichtes des Kohlenstoffes und die Anwesenheit von mancherlei Aschenbestandtheilen machen es nothwendig, daß selbst nicht die gewissenhaftesten Elementaranalysen jene zarte Frage der Identität oder Nichtidentität der feuerflüchtigen Bestandtheile zu entscheiden im Stande sind. Wir werden in der Folge finden, daß dieser Ausspruch nicht bloß für die verwickelten Verhältnisse der Proteinkörper, sondern auch sogar für die Kohlenhydrate gilt. Wir können daher nur schließen, daß sehr ähnliche organische Verbindungen im Pflanzen- und Thierreiche vorkommen und kleine Veränderungen ihrer feuerflüchtigen Elemente, sei es mit oder ohne Nebeneinflüsse der Aschenbestandtheile, auffallende Unterschiede der Form, der physikalischen und der chemischen Eigenschaften der Gewebe bedingen.

Die theoretischen Vorstellungen, welche die Chemie überhaupt von dem Gange einer Zersetzung geben kann, sind immer bloße Wahrscheinlichkeitsbestimmungen. Sie hängen ursprünglich von dem Grade der Genauigkeit, den die Untersuchungsmethode gestattet, ab und werden durch die gegenseitige Vergleichung der verfolgten Zersetzungserscheinungen geprüft. Handelt es sich um chemische Paradigmen, so dürfen wir nie diesen Grundsatz aus den Augen verlieren. Wenn daher einzelne Schriftsteller Bemühungen der Art für nutzlose

Spielereien ansahen, so ist hierbei außer Acht gelassen worden, daß der Kenner durch solche Verbindungen nichts beweisen will, daß er nur darzuthun sucht, was möglich sei oder nicht oder wie man sich die Verhältnisse unter bestimmten Voraussetzungen vorstellen kann. Wie aber die mathematische Combinationslehre von gewissen Möglichkeiten ausgeht und zu anderen sicheren Schlüssen überführt, so ist es auch hier der Fall. Manches chemische Paradigma, das anfangs eine reine Subjectivität war, lieferte die Anleitung, wie man die Sache selbst ermitteln könne. Mehr, als eine physiologische Combination der Art, die mit den anatomischen Verhältnissen stimmte, hat sich später durch die Erfahrung bewährt. Benutzt man daher nur die Paradigmen als Buchstabenzeichen, die eine Erscheinung denkbar machen, nicht aber beweisen sollen, und entsprechen die gebrauchten Formeln selbst allen Forderungen der Physik, der Chemie und der Mathematik, so läßt sich kein triftiger Grund solchen Versuchen, wenn sie sich in ihren gehörigen Schranken halten, entgegenstellen.

Einige Beispiele mögen anschaulich machen, wie sich verschiedenartige Bestandtheile unserer Nahrung und unseres Körpers nur durch geringe Variationen ihrer Elemente unterscheiden. Ich gehe hierbei von den später angeführten und begründeten Formeln aus.

Ordnen wir z. B. die §. 373. erwähnten Werthe, so ergiebt sich für Stärke und Rohrzucker $C_{12}\ H_{10}\ O_{10} = R.$, für Gummi $C_{12}\ H_{11}\ O_{11} = R + H_1\ O_1$ und für Milchzucker $C_{12}\ H_{12}\ O_{12} = R + H_2\ O_2$. Wir hätten also hier eine um 1 Atom Wasser steigende Reihe.

Das Olein des Gehirns und das Menschenfett kann als $C_{10}\ H_9\ O_1$ angesehen werden. Wir haben aber für das Cholestearin

$$C_{30}\ H_{27}\ O_1 = 3\ (C_{10}\ H_9\ O_1) - O_2.$$

D. h. man kann sich vorstellen, daß eine einfache Desoxydation des gewöhnlichen Fettes Cholestearin zu erzeugen vermag. Nimmt man dagegen für das Gallenfett $C_{30}\ H_{26}\ O_1$ an, so erhält man $C_{30}\ H_{26}\ O_1 = 3\ (C_{10}\ H_9\ O_1) - (Aq. + O_1)$. D. h. 3 At. Fett weniger 1 At. Wasser und 1 At Sauerstoff.

Alle Annäherungen der Art, die man für Proteinkörper versucht, bleiben aus den früher erwähnten Gründen zweifelhaft. Die Fehlergrenzen der Elementaranalysen machen schon jede genaue Berechnung der Formeln unmöglich, die Atomgewichte sind so groß, daß ein Unterschied von ein oder mehreren Aequivalenten, vorzüglich des Wasserstoffes, Differenzen giebt, die noch längst innerhalb der Schwankungen zweier Elementaranalysen derselben Substanz liegen können. Einige Beispiele mögen erläutern, wie unsicher die davon zu ziehenden Schlüsse ausfallen.

Vergleicht man die Procente des Wasserstoffes, die Playfair und Boeckmann für Rindfleisch und Ochsenblut erhalten haben, so ergiebt sich nur ein Unterschied von 0,32%. Die Differenz kann möglicher Weise in der Wasserabsorption des Apparates liegen. Setzt man dieses voraus, so wären beide Körper ihren feuerflüchtigen Bestandtheilen nach identisch. Berechnet man aber die elementaranalytischen Formeln nach den unmittelbar angegebenen Procenten, so geben jene 0,3% Wasserstoff einen Unterschied von 4 Doppelatomen auf 1 Doppelatom Proteinsubstanz. Das Ochsenblut hat dann $C_{90}\ H_{82}\ N_{24}\ O_{31}$ und das Rindfleisch $C_{96}\ H_{86}\ N_{24}\ O_{31}$.

Die Procentzahlen von Mulder, Scherer, Dumas und Cahours liefern für das Protein $C_{40}\ H_{31}\ N_{10}\ O_{12}$ = Pr. Mulder's sehr genaue Werthe erkennen dem Oxyprotein $C_{40}\ H_{32}\ N_{16}\ O_{10} = Pr. + H_1\ O_1 + O_3$ zu, d. h dieses wäre als ein Tritoxyd von Proteinhydrat zu betrachten. Die Procentwerthe des Protein stimmen aber auch noch gut, wenn man seine Formel als $C_{40}\ H_{32}\ N_{10}\ O_{16}$ annimmt. Man kann daher nicht wissen, ob nicht das Oxyprotein 4 Atome Sauerstoff mehr, als das reine Protein enthält.

Vergleicht man unter einander die Größen, die Scherer in seinen ausgezeichneten Analysen für den arteriellen und den venösen Faserstoff erhalten hat, so findet man, daß sie der Formel $C_{48}\ H_{36}\ N_{12}\ O_{16}$ so nahe stehen, daß die Abweichungen aus den unvermeidlichen Schwankungen der elementaranalytischen Resultate erklärt werden können. Die Zahlen, die Mulder hier fand, gestatten die Deutung, daß der arterielle Faserstoff ein Hydrat des venösen wäre. Denn jener giebt $C_{96}\ H_{77}\ N_{24}\ O_{35}$ und dieser $C_{96}\ H_{76}\ N_{24}\ O_{34}$.

Lassen sich die durch den Wasserstoff hervorgerufenen Uebelstände theoretisch erwarten,

so muß es schon mehr befremden, wenn selbst die Stickstoffatome zu solchen Ungewißheiten Veranlassung geben. Mulder, Scherer und Schloßberger fanden z. B. in dem Faserstoff 12, Dumas und Cahours dagegen 13 Atome Stickstoff auf 48 Aequivalent Kohlenstoff. Die Schlußbetrachtung dieses Abschnittes wird uns noch auffallendere Beispiele der Art liefern.

Diese Verhältnisse hemmen die Anwendung der Chemie auf die Physiologie in hohem Grade. Jede Erklärung oder Folgerung wird so lange auf schwankender Grundlage bleiben, als es von der Wahl des Forschers abhängt, welche Grundwerthe und Formeln er für seine Erläuterungen annimmt.

377 Gährung und Fäulniß im todten und im lebenden Körper. — Der innige Zusammenhang der einfacheren unorganischen Verbindungen kann sie häufig nicht vor Zersetzungen, die von scheinbar unbedeutenden Ursachen ausgehen, bewahren. Kann aber schon hier eine Menge kleinerer Wirkungen, die sich durch Summation vergrößert, bedeutendere Folgen veranlassen, so muß um so eher die lockere Vereinigung der organischen Substanzen Einflüssen der Art unterliegen. Luft und Wasser lassen einen Felsen im Laufe der Jahrtausende verwittern. Unterhält das Leben keine Gegenwirkung, so gehen Pflanzen und Thiere verhältnißmäßig sehr rasch durch jene Ursachen zu Grunde. Der Umsatz, der sich in ihnen einleitet, erzeugt die Gährung und die Fäulniß.

Die Veränderungen, die hierbei den organischen Körper treffen, können in hohem Grade wechseln. Er geht im einfachsten Falle in eine andere Verbindung, ohne neue Stoffe aufzunehmen, über oder macht sogar noch Atome des Wassers aus seinen eigenen Elementen frei. Schreitet seine Zersetzung weiter fort, so bemächtigt er sich des Sauerstoffes der Luft, um Kohlenstoff in Kohlensäure und Wasserstoff in Wasser zu verwandeln. Steht ihm eine hinreichende Menge Wassers zu Gebote, so nimmt er die Atome desselben als solche auf oder benutzt nur den Sauerstoff in ähnlicher Art, wie den der Luft. Der Wasserstoff wird dann als solcher frei oder geht fernere Verbindungen mit Nebenkörpern ein. Die feuerflüchtigen Bestandtheile können auf diese Weise gänzlich zu binären Körpern, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlen-, Schwefel- und Phosphorwasserstoff, Ammoniak u. dgl. werden. Da jedoch nur einzelne aliquote Mengen des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes in der Zwischenzeit zu diesem Zwecke austreten, so bleiben organische Mittelkörper ternärer oder quaternärer Natur zurück. Ihre Beschaffenheit hängt von den Eigenschaften der sich zersetzenden Substanz und der Art der Gährung oder Fäulniß ab.

Wir wollen uns diese Verhältnisse an denjenigen Selbstzersetzungen, die auch in dem menschlichen Körper auftreten, erläutern.

378 Die Zuckergährung oder die Einwirkung von Säuren, wie Schwefelsäure, verwandelt Stärkmehl ($C_{12} H_{10} O_{10}$) in Traubenzucker ($C_{12} H_{10} O_{10}$). Obgleich hier keine Veränderung der elementaranalytischen Werthe nach der Annahme der Chemie zu Stande kommt, so findet doch kein einfacher Uebergang Statt. Es bildet sich ein Mittelkörper, das Dextrin oder das Stärkegummi ($C_{12} H_{10} O_{10}$), das selbst wieder in zwei untergeordnete Varietäten, die lösliche Stärke und das eigentliche Dextrin, zerfällt. Die

Stärke verwandelt sich auf diese Art allmählig aus einem in kaltem Wasser unlöslichen Körper in eine in diesem leicht lösliche Substanz. Da sich diese durch gewisse Lichtpolarisationserscheinungen, die wir später (§. 590.) kennen lernen werden, verräth, so hat man hierin ein physikalisches Mittel, um Dextrin und Zucker nachzuweisen.

Gährt Runkelrübensaft bei 30° bis 40°, so leitet sich der umgekehrte Zersetzungsgang nach Thilley und Maclogan [1]) ein. Der Rohrzucker verwandelt sich zuerst in Traubenzucker und dann in Mannit, Milchsäure und eine gummiähnliche Masse, die ihren elementaranalytischen Bestandtheilen nach mit der Stärke übereinstimmt. Die Gaslimonade wird bisweilen aus dem gleichen Grunde zähe. Ist dieses aber auch geschehen, so lassen sich in ihr noch keine Schimmelbildungen nach Goodsir nachweisen.

379 Die Milchgährung giebt uns ein Beispiel, wie sich die Verhältnisse nach Verschiedenheit der Stoffe ändern. Geht Rohrzucker, der ursprünglich vorhanden war oder aus Stärke entstanden ist, in Milchsäure ($C_6 H_5 O_5$) über, so haben wir hierzu noch keine neuen Stoffe nöthig, weil $C_{12} H_{10} O_{10} = 2 (C_6 H_5 O_5)$. Wird aber die Milch sauer, so verwandelt sich ein Theil ihres Milchzuckers in Milchsäure. Da jener $C_{12} H_{12} O_{12} = 2 (C_6 H_5 O_5) + H_2 O_2$ zur Formel hat, so müssen zwei Atome des Wassers frei werden, um dieses Ziel zu erreichen.

380 Die weingeistige Gährung des Zuckers geht einen Schritt weiter. Sie bedarf der Atome des daneben vorhandenen Wassers, um Weingeist zu bilden und macht dabei Kohlensäure frei. Wir haben

$$\left.\begin{array}{lrl} \text{1 At. Rohrzucker} & = & C_{12}\ H_{10}\ O_{10} \\ \text{2 At. Wasser} & = & H_2\ O_2 \\ \hline & & C_{12}\ H_{12}\ O_{12} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl} \text{4 At. Weingeist} & & C_8\ H_{12}\ O_4 \\ \text{4 At. Kohlensäure} & = & C_4\ \ O_8 \\ \hline & & C_{12}\ H_{12}\ O_{12}. \end{array}\right.$$

Es kann daher Zucker ohne Hilfe der Luft in Weingeist übergehen. Es entbindet sich aber dadurch Kohlensäure, welche die umgebende Atmosphäre vergiften kann.

381 Wird aber der Weingeist sauer, leitet sich Essiggährung in weingeisthaltigen Flüssigkeiten ein, so muß neuer Sauerstoff aus der Luft oder einer andern Quelle hinzutreten. Denn

$$\left.\begin{array}{lrl} \text{4 At. Weingeist} & = & C_8\ H_{12}\ O_4 \\ \text{8 At. Sauerstoff} & = & O_8 \\ \hline & & C_8\ H_{12}\ O_{12} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lrl} \text{2 At Essigsäure} & = & C_8\ H_8\ O_8 \\ \text{2 At. Wasser} & = & H_4\ O_4 \\ \hline & & C_8\ H_{12}\ O_{12}. \end{array}\right.$$

Wir verzögern daher das Sauerwerden des Weines, wenn wir ihn von dem Zutritt der Atmosphäre abschließen.

382 Die beiden letzteren Beispiele führten zu Endergebnissen, in denen Kohlensäure oder Wasser, mithin vollkommene Oxydationen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes, frei wurden. Das Nebenproduct der Essigsäure enthielt in Verhältniß zu den Kohlen- und den Wasserstoffatomen mehr und das des Weingeistes weniger Sauerstoffäquivalente, als der

---

[1]) L'Institut. 1846. Nro. 642. p. 140.

ursprüngliche Rohrzucker. Es können sich aber auch Zwischen-Körper, die möglichst wenig Sauerstoff führen, d. h. Fette erzeugen.

Wird eine Zuckerlösung durch den Einfluß des Käsestoffes in Gährung versetzt, so bildet sich nach Pelouze und Gélis [1]) eine gewisse Menge von Buttersäure. Da aber dabei Kohlensäure und Wasserstoff frei werden, so kann man sich nach ihnen den Hauptvorgang folgendermaaßen vorstellen:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{1 At. Rohrzucker} & = & C_{12}\ H_{10}\ O_{10} \\ \text{2 At. Wasser} & = & \quad\ \ H_2\ \ O_2 \\ \hline & & C_{12}\ H_{12}\ O_{12} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \text{1 At. Buttersäurehydrat} & = & C_8\ H_8\ O_4 \\ \text{4 At. Kohlensäure} & = & C_4\ \quad\ O_8 \\ \text{4 Doppelatome Wasserstoff} & = & \quad\ H_4 \\ \hline & & C_{12}\ H_{12}\ O_{12}. \end{array}\right.$$

Solche Verhältnisse geben den Schlüssel, wie sich auch im Leben Fette aus Kohlenhydraten erzeugen können.

383 Gährt ein stickstoffhaltiger Körper, so ist er im Stande, den frei werdenden Wasserstoff zur Ammoniakbildung zu verwenden. Der Harnstoff geht auf diese Weise in kohlensaueres Ammoniak durch vollständige Fäulniß über. Denn

$$\left.\begin{array}{lll} \text{1 At. Harnstoff} & = & C_2\ H_4\ N_4\ O_2 \\ \text{2 At. Wasser} & = & \quad\ H_2\ \quad\ \ O_2 \\ \hline & & C_2\ H_6\ N_4\ O_4 \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \text{2 At. Kohlensäure} & = & C_2\ \quad\ \quad\ O_4 \\ \text{2 At. Ammoniak} & = & \quad\ H_6\ N_4 \\ \hline & & C_2\ H_6\ N_4\ O_4. \end{array}\right.$$

Der Umsatz hat nur, wie man sieht, Wasser, nicht aber atmosphärische Luft nöthig. Luft und Wasser könnten dagegen möglicher Weise Harnsäure in Harnstoff verwandeln. Denn

$$\left.\begin{array}{lll} \text{1 At. Harnsäure} & = & C_5\ H_2\ N_4\ O_3 \\ \text{2 At. Wasser} & = & \quad\ H_2\ \quad\ \ O_2 \\ \text{3 At. Sauerstoff} & = & \quad\ \quad\ \quad\ \ O_3 \\ \hline & & C_5\ H_4\ N_4\ O_8 \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{lll} \text{1 At. Harnstoff} & = & C_2\ H_4\ N_4\ O_2 \\ \text{3 At. Kohlensäure} & = & C_3\ \quad\ \quad\ O_6 \\ \hline & & C_5\ H_4\ N_4\ O_8. \end{array}\right.$$

384 Diese Beispiele erläutern nur die Erscheinungen der Gährung und der Fäulniß in der einfachsten Weise. Die auf der rechten Seite der Gleichungen angeführten Endverbindungen erzeugen sich zwar in der Natur. Es treten aber auch neben ihnen verwickeltere Körper, deren Trennung und Bestimmung nicht selten zu den Unmöglichkeiten gehört, auf. Man muß daher die Art und Weise, wie die Chemie diese Processe erläutert, als ein bloßes Streben, den Hergang deutlich zu machen, nicht aber als den vollständig wahren Ausdruck der Erscheinungen betrachten.

385 Da das Endergebniß der Selbstzersetzung zu binären Verbindungen führt, so stimmt es, wie man sieht, mit den letzten Resultaten der Verbrennung und der Elementaranalyse überein (§. 371.) Diese beiden Processe liefern dieselben Verbindungen, die auch zum Theil bei der Gährung und Fäulniß frei werden. Das vollkommene Ziel wird durch Wasser, Kohlensäure und Ammoniak ausgedrückt; Wasserstoff, Kohlenoxyd und

---

[1]) Pelouze und Gélis in den Annales de Chimie et Physique. 3me Série. Tome X. Paris, 1844. 8. p. 434 — 456. Annalen der Pharmacie. Bd. XLVII. Heidelberg, 1843. 8. S. 246.

Kohlenwasserstoff dagegen sind die Werthe des unvollständig erreichten Endzweckes. Wir können deshalb die Gährung und die Fäulniß als eine langsame Verbrennung oder als eine verzögerte Elementaranalyse ansehen. Die verschiedenen Verhältnisse, die unsere Sprache mit den Namen der Vermoderung, der Humuserzeugung, der Gährung und der Fäulniß unterscheidet, sind nur mannigfache Ausdrücke derselben Grunderscheinung, welche die organischen Massen zerstört, das Eisen rosten und den Stein zerfallen läßt.

386 Betrachten wir die Erzeugnisse des lebenden Körpers, so wiederholt sich hier das Gleiche. Eine vollständige Verbrennung würde ihn in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Asche auflösen. Stehen seine Thätigkeiten still, so geht er diesen Endproducten langsamer, aber unverrückt entgegen. Die Fäulniß erzeugt viele Zwischenverbindungen. Sie halten sich aber nicht, sondern treten, so lange ihnen Wasser und Luft zu Gebote sind, in immer neue Körper über und verwandeln sich zuletzt in Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und Wasserdampf, mithin in Stoffe, die sich mit der Atmosphäre vermischen. Die Lebenserscheinungen stehen nicht über diesen Gesetzen. Sie können sie nicht aufheben, sondern nur, gleich den übrigen Normen der physikalischen Welt, auf das Zweckmäßigste benutzen. Die Speisen, die wir genießen, werden zum Theil durch den Sauerstoff der Luft verbrannt. Die organischen Nebenerzeugnisse, die aus ihnen hervorgehen, dienen dem Körper oder werden ausgeschieden. Das Leben erhält sich durch den gemäßigten Gang seiner Gährung, seiner Verbrennung oder seiner Elementaranalyse. Während die Kohlensäure durch die Lungen und die Haut austritt, bildet der Harn den vorzüglichsten Abzugscanal der nicht mehr brauchbaren stickstoffreichen Nebenverbindungen.

Wir wollen uns wieder diesen Gang durch einige Paradigmen in einfachster Art versinnlichen. Da hauptsächlich Kohlenhydrate, Fette und Proteinkörper unsere Nahrung bilden, so können sie am Besten als Belege dienen. Die beiden ersten stickstofflosen Verbindungen werden natürlich nicht den Urin in Anspruch nehmen. Wir haben daher nur:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{1 At. Stärke oder Zucker} = & C_{12}\ H_{10}\ O_{10} \\ \text{24 At. Sauerstoff} = & O_{24} \\ \hline & C_{12}\ H_{10}\ O_{34} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{rl} \text{12 At. Kohlensäure} = & C_{12}\ \ O_{24} \\ \text{10 At. Wasser} = & H_{10}\ O_{10} \\ \hline & C_{12}\ H_{10}\ O_{34}. \end{array}\right.$$

oder:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{1 At. Fett} = & C_{10}\ H_9\ O_1 \\ \text{28 At. Sauerstoff} = & O_{28} \\ \hline & C_{10}\ H_9\ O_{29} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{rl} \text{10 At. Kohlensäure} = & C_{10}\ \ O_{20} \\ \text{9 At. Wasser} = & H_9\ O_9 \\ \hline & C_{10}\ H_9\ O_{29}. \end{array}\right.$$

Es könnte also hier eine einfache Elementaranalyse zu Stande kommen, wenn keine Nebenverhältnisse eintreten. Wir erhalten dagegen:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{1 At. Protein} = & C_{48}\ H_{38}\ N_{12}\ O_{15} \\ \text{101 At. Sauerstoff} = & O_{101} \\ \hline & C_{48}\ H_{38}\ N_{12}\ O_{116} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{rl} \text{3 At. Harnstoff} = & C_6\ H_{12}\ N_{12}\ O_6. \\ \text{42 At. Kohlensäure} = & C_{42}\ \ O_{84}. \\ \text{26 At. Wasser} = & H_{26}\ \ O_{26}. \\ \hline & C_{48}\ H_{38}\ N_{12}\ O_{116}. \end{array}\right.$$

Der Harnstoff ginge dann durch den Urin, die Kohlensäure durch die Lungen und Hautausdünstung davon.

387 Die Producte, welche ein Gährungsproceß liefert, hängen von den äußeren Verhältnissen und der Eigenthümlichkeit der thätigen Massen ab.

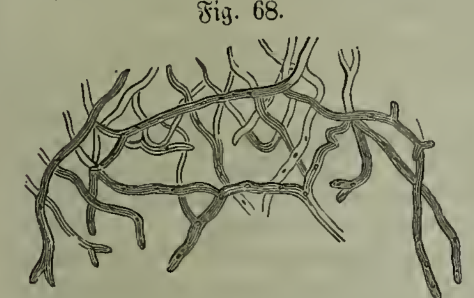
Die Erzeugnisse des lebenden Körpers werden durch ähnliche Einflüsse bestimmt. Hat auch die Natur gesorgt, daß die ihren Zwecken dienenden Umsatzarten am leichtesten zu Stande kommen, so kann dieses doch nur unter gewissen Bedingungen gelten. Fehlen sie, so gewinnt das Ganze eine andere unpassende Richtung.

Enthält das Blut eines Menschen oder Thieres so viel Zucker, daß ihn nicht der eingeathmete Sauerstoff binnen Kurzem elementaranalysirt, oder wird dieses aus anderen Gründen verhindert, so geht ein Theil der Zuckerlösung in die Absonderungssäfte über. Der Urin empfängt dann bedeutende Mengen dieses ihm sonst fremden Körpers. Ist ein Organ von dem Kreislaufe abgeschlossen, so schlägt sein Stoffwandel eine andere Bahn ein und zieht die brandige Zerstörung nach sich. Diese Veränderung erinnert aber an die Humusbildung. Kohlenstoffreichere Rückstände bleiben in beiden Fällen zurück, weil der Sauerstoff verhältnißmäßig weniger Kohlenstoff in Kohlensäure, als Wasserstoff in Wasser umsetzt.

388 Gährungserscheinungen gewöhnlicher Art machen sich oft genug im gesunden und kranken Zustande geltend. Die Milchsäure, die Essigsäure und ähnliche Körper, die auf diesem Wege entstehen, können der Masse eine sauere, das kaustische oder kohlensauere Ammoniak eine alkalische Beschaffenheit ertheilen. Jene begünstigen die Erzeugung vieler kryptogamischer Wesen, diese die Entwickelung einzelner thierischer Schmarotzer. Mikroskopische Pflänzchen können daher an manchen Theilen des lebenden Körpers hervorwuchern und einen beträchtlichen Raum bei der Schnelligkeit ihres Wachsthums und ihrer Fortpflanzung einnehmen.

Der gesunde Darminhalt einzelner Pflanzenfresser, wie des Kaninchens, kann schon hin und wieder Schimmelbildungen nach den Beobachtungen von Remak darbieten. Es kommt aber noch viel häufiger vor, daß einzelne Strecken des Körpers in Krankheiten verschimmeln. Diese Erscheinung findet sich in manchen Fällen beständig, in anderen dagegen zufällig. Die Borken des Kopfgrindes, Achorion Schoenleini nach Remak [1]), bestehen aus vielen verwirrten Fäden, wie es uns Fig. 68. versinnlicht. Aehnliche, aber wahrscheinlich der Gattung oder Art nach verschiedene Schimmelbildungen sind bisweilen in anderen langwierigen Hautausschlägen, an den Wurzeln ausfallender Haare (Gruby), an Weichselzöpfen (Günsburg und Walther), in dem Zungenbelag, bei Gesichtsrose und Typhus (Hannover), bei Aphthen (J. Vogel) und Mundsäure der Kinder überhaupt (Gruby) und bei Verschwärungen der Mund- und Rachenhöhle Erwachsener (Hannover), in der Speiseröhre von Nervenfieberkranken (Langenbeck, Hannover), dem Lungenauswurfe von Schwindsüchtigen (Bennett) und dem Tripperschleime (Strecker) beobachtet worden. Eine sehr vollständige Untersuchungsreihe von Hannover [2]), die 70 Krankheitsfälle umfaßt, kann uns am besten belehren, wie häufig z. B. solche Verschimmelungen in der Speiseröhre vorkommen, wie sehr aber auch ihre Anwesenheit im Nervenfieber und in anderen hitzigen Leiden von zufälligen Nebenverhältnissen abhängt. Es fand sich:

Fig. 68.



[1]) J. Remak, diagnostische und pathogenetische Untersuchungen. Berlin, 1845. 8. S. 207.

[2]) Hannover in Müller's Archiv. 1842. 8. S. 281 — 295.

Krankheit.	Schleimhaut der Speiseröhre.				
	Gesund.	Mit starkem Schleimbelag		Excoriirt oder geschwürig und mit Schleimbelag	
		mit Entophyten.	ohne Entophyten.	mit Entophyten.	ohne Entophyten.
Nervenfieber	6	1	—	3	1
Desgl. mit brandiger Bräune	—	—	—	—	1
Desgl. mit Darmdurchbohrung	2	—	1	—	—
Desgl. mit Lungenentzündung	5	1	—	—	—
Desgl. mit Lungenentzündung und Darmdurchbohrung	1	—	—	—	1
Schwindsucht	3	1	—	1	1
Desgl. mit Nervenfieber	1	1	—	—	—
Lungenentzündung	4	—	—	1	2
Desgl. mit Brustwassersucht	—	—	1	—	—
Entzündung des Lungenfells	—	—	—	1	—
Desgl. und Bauchfellentzündung	—	—	—	—	1
Herzentzündung	1	—	—	—	1
Säuferwahnsinn	1	—	—	1	—
Desgl. mit Gelbsucht	—	—	—	—	1
Hirnerweichung	—	—	1	—	—
Schlagfluß	2	1	—	—	—
Chronische Magenentzündung	—	—	—	1	—
Bauchfell- und Luftröhrenentzündung	—	—	—	—	1
Harnruhr	—	—	—	1	—
Summa	26	5	3	9	10

Die pflanzlichen Schmarotzer fanden sich also in der Speiseröhre 14 Mal in den 53 verzeichneten und den 70 untersuchten Fällen. Sie waren mithin in der vierten bis fünften Leiche vorhanden. Treten sie aber nur schwankend bei solchen inneren Leiden auf, so fehlen sie fast nie in dem Kopfgrinde und dem Sor der Kinder.

Enthält der Harn Zucker, so erzeugen sich leicht Schimmel, wenn jener in (saure) Gährung übergeht. Aehnliche Gründe bestimmten wahrscheinlich auch ihre Anwesenheit in manchen Auswurfsarten. Geschwüre, Zerstörungen, die in Folge von Nervenlähmungen, bei dem Aufliegen, in Zersetzungskrankheiten des Blutes oder nach der Rotzansteckung entstehen, bilden ebenfalls einen geeigneten Mutterboden für solche fremdartige Wucherungen.

Der Eiter und die Jauche zeigen bisweilen infusorienartige Geschöpfe. Sie mangeln jedoch, so lange diese Flüssigkeiten in geschlossenen Höhlen enthalten sind (R. Wagner) [1] Das von Donné [2]) beschriebene, in dem Scheidenschleime syphilitischer oder unreinlicher

[1]) P. Vogel, Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung und verwandte Vorgänge. Mit einem Vorworte von R. Wagner. Erlangen, 1838. 8. Seite 128.

[2]) Al. Donné, Cours de Microscopie. Paris, 1844. 8. p. 157.

Personen vorkommende Thierchen (Trichomonas vaginalis) kann auch vielleicht als eine bloße abgelös'te und noch in Thätigkeit begriffene Flimmerzelle angesehen werden.

389 Die Aehnlichkeit der Gährungs- und der Lebenserscheinungen führt noch zu einer anderen Betrachtung, die für manche physiologische Verhältnisse wichtig wird. Wenn die Wahlverwandtschaft Zersetzungen im Großen rasch vollendet, so ändern sich beide auf einander einwirkende Körper nach gewissen Zahlenverhältnissen, die sich genauer verfolgen lassen. Die Schwefelsäure treibt eine ihr entsprechende Menge von Kohlensäure aus dem kohlensaueren Kali aus. Sie verwandelt sich in schwefelsaueres Kali, während die früher gebundene Kohlensäure frei wird. Kommen Kochsalz und salpetersaueres Silberoxyd in Berührung mit einander, so erzeugt sich Chlorsilber, salpetersaueres Natron und Wasser. Der einwirkende und der dem Einflusse unterliegende Körper wird auf diese Art in einen neuen Zustand versetzt. Die Menge des einen bestimmt zugleich den Wirkungskreis des anderen. Steht zu wenig Schwefelsäure oder salpetersaueres Silberoxyd zu Gebote, so bleibt auch ein Theil des kohlensaueren Natrons und des Kochsalzes unzersetzt.

Die katalytischen Erscheinungen oder die Contactwirkungen dagegen bieten auf den ersten Blick ein anderes Verhalten dar. Zerlegt das Platin Wasserstoffsuperoxyd, mit dem es in Berührung kommt, in Wasser- und Sauerstoff, so verliert es hierdurch nicht seine metallische Beschaffenheit in irgend nachweisbarem Grade. Verwandelt die Diastase Stärke in Zucker oder bringt diesen die Hefe in Gährung, so kann eine sehr kleine Menge des anregenden Körpers hinreichen, um größere Massen zu solchen Umsatzerscheinungen zu zwingen. Ein Tropfen Schwefelsäure bewahrt umgekehrt bedeutende Massen von Blausäure vor Veränderungen, die sich sonst in ihr von selbst einleiten.

390 Der Streit, ob die chemische oder die Contacttheorie des Galvanismus die richtige sei, beruht zu einem großen Theile darauf, daß man eine künstliche Scheidewand zwischen chemischer und Moleeularwirkung errichtet. Ein ähnliches Verhältniß kehrt in den katalytischen Erscheinungen wieder. Berzelius vertritt gewissermaßen auf diesem Gebiete die Contactanschauung. Er nimmt an, daß die bloße Berührung eines Körpers hinreicht, Zersetzungen in anderen hervorzurufen. Liebig denkt sich den Hergang auf moleeular-chemische Weise. Das Ferment, das die Zuckerlösung gähren macht, ist nach ihm in Zersetzung begriffen. Jedes Atom zieht gleichsam eine ähnliche Spannung oder Veränderung in seinen Nachbaratomen nach sich. Der Einfluß vergrößert sich daher quantitativ und breitet sich so wellenartig in eine umfangreichere Wirkungssphäre aus. Denkt man sich diesen Gang fortgesetzt, so wird es erklärlich, wie ein Minimum von Hefe große Mengen von Zucker zur Selbstzerlegung nöthigt.

Verlangt man eine auffallend chemische Veränderung des einwirkenden Körpers, so läßt sich diese nicht immer mit Gewißheit nachweisen. Die Schwierigkeiten sind hier dieselben, wie bei der chemischen Theorie des Galvanismus. Bedenkt man aber, daß die feinsten Spannungsverhältnisse der Atome durch Summation oder reihenmäßige Fortpflanzung der Wir-

kung auffallende Folgen nach sich ziehen können, so wird wenigstens die Liebig'sche Vorstellung in dem Laplace'schen Sinne, daß ein in Bewegung gesetztes Atom seinen Zustand Nachbaratomen mittheilen kann, für die meisten Fälle befriedigender erscheinen. Der Gährungserreger braucht dann nicht einmal in einem auffallenden Umsatze begriffen zu sein. Der umgekehrte Fall der Wirkung der Schwefelsäure auf die Blausäure läßt sich erklären, wenn man annimmt, daß sie die Minima der sonst vorhandenen organischen Umsatzkörper zerstört.

391 Hängen die Atome einer Verbindung locker zusammen, so werden sie um so eher katalytische Kräfte entwickeln oder selbst der Contactwirkung verfallen. Die organischen Stoffe erfreuen sich daher dieser Vortheile in hohem Grade. Unser Organismus gewinnt hierdurch eine Reihe von Eigenschaften, die von der größten Wichtigkeit für seine Umsatzerscheinungen werden. Kleine unbedeutende Mengen können einen erheblichen Einfluß auf die gesammte Blutmasse gewinnen. Die Veränderung, die hierdurch erzeugt wird, muß zunächst nach Verschiedenheit der Mischungen abweichen. Da aber auch fortwährend die Zersetzung selbst neue Massen schafft, so wird zugleich der ursprüngliche Anstoß wechseln können. Es ist auf diese Art die Möglichkeit des größten Spielraumes der Wirkungen gegeben. Man kann sich daher erklären, weshalb die verschiedensten Erzeugnisse im Laufe der Gährung hinter und neben einander auftreten. Wir sind im Stande, uns ähnliche allgemeine Vorstellungen für die Lebenserscheinungen zu bilden. Das Grundverhältniß, das die leisesten Schwankungen der Ernährungseinflüsse in auffallendem Grade wirken läßt, die Hauptfolgen, die Minima von Ansteckungsstoffen, von Zersetzungs- oder Fäulnißsubstanzen nach sich ziehen, lassen sich auf diese Art im Allgemeinen auffassen. Der Nachweis der Einzelvorgänge aber wird der Natur der Sache nach unendlich erschwert. Denn die Mannigfaltigkeit und Vielseitigkeit, die unserem Organismus von wesentlichem Nutzen ist, wird zum vorzüglichsten Hinderniß unserer eigenen Erkenntniß.

Anhang. Berechnung der elementaranalytischen Zusammensetzung der für die Physiologie des Menschen wichtigsten organischen Verbindungen.

392 Die neueren Beobachtungen haben einzelne Grundwerthe, wie die Atomgewichte des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs und die Dichtigkeit des Stickstoffs, geändert. Alle Chemiker nahmen nach Berzelius und Dulong an, daß der Stickstoff, das specifische Gewicht der Luft = 1 gesetzt, 0,9757 wiege. Die Untersuchungen von Dumas und Boussingault führen diese Zahl auf 0,972 und die von Regnault auf 0,97137 zurück. Es läßt sich hieraus entnehmen, daß alle Elementaranalysen, in denen der Stickstoff als Gas erhalten worden ist, um $\frac{1}{225}$ zu große Werthe für das Gewicht dieses Körpers geben. Da aber der Unterschied

Anhang Nr. 37.

noch längst innerhalb der Fehlergrößen der Methode liegt, so kann er selbst in sehr stickstoffreichen Körpern, wie dem Harnstoff, außer Acht gelassen werden

Das Gleiche gilt von den Veränderungen, die das Atomgewicht des Wasserstoffes erlitten hat. Ein Doppelatom desselben wiegt nach Berzelius Annahme 12,4796, nach Dumas dagegen 12,5. Diese Differenz bedingt, daß die früheren Wasserstoffbestimmungen um ungefähr $\frac{1}{700}$ zu hoch ausgefallen sind. Die Abweichung ist absolut und relativ so unbedeutend, daß man jede Elementaranalyse eben so gut nach der einen, als nach der anderen Weise berechnen kann. Anhang Nr. 37.

Der Kohlenstoff bietet dagegen andere Verhältnisse dar. Sein älteres Atomgewicht beträgt 76,437, das neuere nach Liebig und Redtenbacher 75,854, nach Berzelius und Wrede 75,12 und nach Dumas und Staß, so wie nach Erdmann und Marchand, 75. Sieht man den letzteren Werth als den einfachsten und richtigsten an, so läßt sich durch Berechnung finden, daß die Procente des Kohlenstoffes in jeder nach der Zahl 76,437 bestimmten Elementaranalyse um etwas mehr, als $\frac{1}{73}$ die wahre Größe des Carbons übersteigen. Dieses beträgt schon für Körper, die, wie die Kohlenhydrate, 40 bis 45% Kohlenstoff enthalten, 0,4 bis 0,5%. Der Unterschied steigt aber für Proteinsubstanzen auf 0,7 und 0,8% und erreicht in den meisten Fetten den Werth von 1%. — Geben dessenungeachtet manche frühere Analysen befriedigende Procentwerthe, so rührt dieses nur davon her, daß etwas Kohlenstoff unverbrannt zurückgeblieben oder Wasserdunst aus dem Kaliapparat verloren gegangen ist. Anhang Nr. 37.

Die Mißlichkeit kann sich aber noch aus einem anderen Grunde für organische Körper, die Aschen führen, erhöhen. Die feuerfesten Bestandtheile sind nämlich in manchen Fällen im Stande, eine gewisse Menge von Kohlensäure, die von der Verbrennung der organischen Substanz herrührt, als kohlensauere Salze zurückzuhalten. Der Kohlenstoffwerth muß daher dann zu klein ausfallen. So viel ich weiß, sind Theyer und Schlosser[1]) die Einzigen, welche diese Möglichkeit in ihren Galleuntersuchungen berücksichtigten. Die Differenz betrüge auch hier ihren Schätzungen nach 1,1% auf 58% bis 59,5% Kohle der reinen Galle.

Man sieht hieraus, daß die procentigen Werthe der Elementaranalysen nicht unbedeutende Verbesserungen erleiden müssen. Die Natur der Sache macht es aber unmöglich, die theoretischen Veränderungen mit vollkommener Sicherheit vorzunehmen. Sollten sich wenigstens die in der nachstehenden Tabelle verzeichneten Zahlen mit dem größten Grade der Wahrscheinlichkeit den richtigen Größen nähern, so glaubte ich von folgenden Grundsätzen ausgehen zu müssen.

Hatte ein Chemiker einen thierischen Körper mit Kupferoxyd und mit chromsauerem Bleioxyd analysirt, so wählte ich nur die mittelst des letzteren gemachten Bestimmungen als die sichereren. Ich wollte nun anfangs die Procentzahlen aus den ursprünglich erhaltenen Mengen der Kohlensäure, des Wassers und des Stickstoffes oder des Platinsalmiaks berechnen. Allein die so erhaltenen Größen stimmten bisweilen nicht mit den von den gleichen Schriftstellern angegebenen Procentwerthen, wenn man selbst die Berechnung nach

[1]) Theyer u. Schlosser in den Annalen der Pharmacie. Bd. XLVIII. Heidelberg, 1843. 8. S. 82.

den älteren Atomgewichten und Dichtigkeitsbestimmungen des Stickstoffes ermittelte. Da sich nun annehmen ließ, daß sich eher ein Schreib- oder Druckfehler in die einzelnen Grundzahlen, als in die hauptsächlichsten procentigen Endresultate eingeschlichen, so zog ich es vor, die letzteren als die Grundlage der ferneren Bestimmungen zu benutzen.

Anhang Nr. 37. Der Kohlenstoff wurde nun nach dem genaueren Atomgewicht 75 verbessert, d. h. wie die allgemeine mathematische Entwickelung ergiebt, mit dem Coefficienten 0,986327 für alle älteren Analysen, die nach dem Werthe 76,437 berechnet sind, multiplicirt. Der Sauerstoff stieg auf entsprechende Weise. Wasserstoff und Stickstoff dagegen blieben unverändert. Sollte ich hierbei eine etwas zu geringe procentige Kohlenstoffmenge in Einzelfällen erhalten haben, so kann nur die Schuld in der Analyse selbst liegen, weil in ihr etwas Kohlenstoff unverbrannt zurückgeblieben ist.

Der Anhang Nr. 39. giebt nicht bloß die auf 75 reducirten Werthe des Coefficienten für 75,854 und 75,12, sondern auch den allgemeinen Ausdruck in Buchstabenzeichen. Will man ein anderes Atomgewicht des Kohlenstoffes annehmen, so kann man hierdurch leicht die nöthige Verbesserung einleiten.

393 Gehen wir zur Bestimmung der Formeln, welche die Procente einer Elementaranalyse liefern, über, so häufen sich die Schwierigkeiten in noch höherem Grade. Einzelne Chemiker setzen voraus, daß es gleichgültig ist, ob man die Procente und die Formel eines Körpers nach dem Atomgewicht 75 oder 76,437 aufsucht. Nimmt man nur denselben Grundwerth für beiderlei Rechnungen an, so hebt sich der Unterschied auf. Die allgemeinen Gleichungen, welche für die Bestimmungen der Elementaranalyse gelten, zeigen, daß zwar diese Ansicht für die meisten organischen Analysen der unvermeidlichen Fehlergrenzen wegen richtig ist, daß sie jedoch in manchen Fällen zu Irrungen, die selbst jene Schwankungen überschreiten, führen kann. Da nämlich der Sauerstoff um so viel wächst, als der Kohlenstoff durch das leichtere Atomgewicht abnimmt, so muß seine Aequivalentenzahl verhältnißmäßig steigen. Enthält also die untersuchte Verbindung viel Kohle und wenig Sauerstoff, so macht sich die Veränderung selbst für die Annäherung, auf die sich die in einfachen Größen gegebenen Formelbestimmungen beschränken, geltend. (Anhang Nr. 38.)

Denken wir uns 0,100 Grm. einer fettigen Substanz gäben 0,2764 Grm. Kohlensäure und 0,1125 Grm. Wasser, so erhalten wir, das Atomgewicht des Kohlenstoffes = 76,437 gesetzt, 76,44 % Kohle, 12,5% Wasserstoff und 11,06% Sauerstoff und als Annäherungsformel $C_{40}\ H_{10}\ O_4$. Bestimmen wir hingegen die Kohlensäure nach dem neueren Atomgewicht 75, so haben wir 75,39% C, 12,5% H und 12,11% O. Daher $C_{1,0052}\ H_1\ O_{0\ 1211}$ oder $C_{40}\ H_{10}\ O_5$.

Anhang Nr. 38. Der Coefficient, um den sich die Atomenzahl des Kohlenstoffes, je nachdem man 76,437 oder 75 nimmt, ändern muß, bestimmt sich als 0,00006836 aus den allgemeinen Gleichungen. Wir haben auch in der That in dem angeführten Beispiel $0{,}00006836 \times 76{,}44 = 0{,}0052$ und $\frac{75{,}39}{75} = 1{,}0052$. Man sieht zugleich, daß dieser Unterschied in dem größten Theile der organischen Analysen außer Acht gelassen werden kann.

394 Jede elementaranalytische Formel drückt das gegenseitige Verhältniß der Atome des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Sauerstoffes aus. Da nun das Atomgewicht des Kohlenstoffes (= 75) 6 Mal so groß, als das des Wasserstoffes (= 12,5) ist, so ergiebt sich aus den allgemeinen Buchstabenausdrücken, daß sich auch hierdurch alle Fehler, welche die Methode der Elementaranalyse mit sich führt, verhältnißmäßig stärker in den Wasserstoffatomen ausdrücken, wenn man, wie gewöhnlich, die des Kohlenstof-

fes als Einheit zum Grunde legt. Da aber der Wasserstoff der leichteste Körper ist, so muß sich dasselbe in jeder anderen Vergleichungsart wiederholen. Der Stickstoff befindet sich in dieser Hinsicht im Vortheil, weil sein Atomgewicht 88,518 beträgt.

Die meisten Elementaranalysen gestatten ½% Abweichung für den Kohlenstoff und den Wasserstoff. Führen nun Proteinverbindungen 50% Kohle und 7% Wasserstoff, so wird jene Fehlerquelle für den Wasserstoff größer, als für den Kohlenstoff. Dieser Umstand macht es in Verbindung mit dem vorigen unmöglich, daß man die einzelnen Atome und vorzüglich die des Wasserstoffes als sicher festgestellt anzusehen vermag. Der Sauerstoff, der indirect gefunden wird, kann richtig oder sehr fehlerhaft ausfallen, je nachdem sich die Irrungen in den Werthen der übrigen Substanzen ausgleichen oder summiren.

Hat man den Stickstoff als Gas bestimmt, so sind verhältnißmäßig bedeutende Abweichungen möglich. Richtet man seine Formel nach den durch die Zersetzungsproducte bedingten Erscheinungen ein, so ist man oft genöthigt, von den Ergebnissen der Elementaranalyse wesentlich abzugehen. Die Harnsäure führt z. B den Erfahrungsangaben nach 34,60% Stickstoff. Wählt man die rein theoretische Formel $C_{48} H_{19} N_{39} O_{28}$, so erhält man 34,21% N. Die Zersetzungen machen den einfacheren Werth $C_5 H_2 N_4 O_3$ wahrscheinlicher. Er giebt aber nur 33,59% N, mithin 1% weniger, als gefunden worden ist.

Diese wenigen Bemerkungen mögen hinreichen, die Unbestimmtheit, die noch auf den meisten elementaranalytischen Resultaten lastet, anschaulich zu machen. Bedenkt man überdieß, daß man häufig mikroskopische Gemenge und keine reinen Körper zur Untersuchung hat, so wird es nicht befremden, wenn einander die Einzelangaben verschiedener Chemiker selbst bei der größten Sorgfalt in hohem Grade widerstreiten. 395

Die folgende Tabelle liefert, wenn nicht die Zersetzungsproducte zu anderen Ausdrücken führen, die möglichst annähernden Formeln. Die Atomgewichte sind jedes Mal der Controlle der Berechnung wegen beigefügt. Es versteht sich dem Früheren nach von selbst, daß die Formelausdrücke, die rein theoretisch ermittelt worden, keine hinreichende Sicherheit wegen der Fehlerquellen der Elementaranalyse gewähren. Sie sollen aber auch nur vorzugsweise dazu dienen, in einem leichten Ueberblick zu zeigen, in wiefern verhältnißmäßig eine Erhöhung oder Erniedrigung des einen Bestandtheiles Statt findet und wie sehr die Angaben verschiedener Chemiker, die scheinbar nur in geringem Grade von einander abweichen, zu verschiedenen theoretischen Werthen führen. Man wird zugleich finden, daß die Ausdrücke um so mehr schwanken, je gemischterer Natur der Körper ist und je mehr Vorbereitungen er zu seiner scheinbar reinen Darstellung bedarf.

Nr.	Verbindung.	Procentige Werthe								Atom-gewicht.	Formel.	Beobachter.
		Gefunden.				Berechnet.						
		C	H	N	O	C	H	N	O			
1.	Weingeist	51,94	12,90	—	35,16	52,17	13,05	—	34,78	287,5	$C_2\ H_3\ O_1$	Dumas und Boullay.
2.	Benzoësäure	68,30	4,86	—	26,84	68,85	4,92	—	26,23	762,5	$C_7\ H_3\ O_2$	Dumas und Boullay.
3.	Essigsäure	39,45	6,67	—	53,88	40,00	6,67	—	53,33	750	$C_4\ H_4\ O_1$	Dumas und Boullay.
4.	Milchsäure	44,30	6,12	—	49,58	44,44	6,17	—	49,39	1012,5	$C_6\ H_5\ O_5$	Mitscherlich u. Liebig.
5.	Milchzucker	39,58	6,72	—	53,70	40,00	6,67	—	53,33	2250	$C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$	Berzelius u. Liebig.
6.	Arabin und arabisches Gummi	42,10	6,37	—	51,53	42,11	6,43	—	51,46	2137,5	$C_{12}\ H_{11}\ O_{11}$	Berzelius.
7.	Rohrzucker	44,38	6,41	—	49,21	44,45	6,16	—	49,38	2025	$C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$	Berzelius u. Liebig.
8.	Kartoffelstärke	43,65	6,67	—	49,68							
9.	Pektin	44,99	5,37	—	49,64	45,00	5,00	—	50,00	2000	$C_{12}\ H_8\ O_{10}$	Mulder u. Fromberg.
10.	Pektinsäure	45,03	5,36	—	49,61							
11.	Menschenfett	77,92	11,42	—	10,66	77,92	11,69	—	10,39	962,5	$C_{10}\ H_9\ O_1$	Chevreul.
12.	Olein des Gehirns	78,41	11,90	—	9,69	77,92	11,69	—	10,39	962,5	$C_{10}\ H_9\ O_1$	Frémy.
13.	Oelsäurehydrat aus Ochsenfett	75,41	12,03	—	12,56	75,47	11,95	—	12,58	3975	$C_{40}\ H_{38}\ O_5$	Varrentrapp.
14.	Baumöl	76,15	13,36	—	10,49	75,95	13,92	—	10,13	987,5	$C_{10}\ H_{11}\ O_1$	Gay-Lussac u. Thénard.
15	Cholestearin	83,74	12,00	—	4,26	83,72 84,11	12,56 12,15	— —	3,72 3,74	2687,5 2675	$C_{30}\ H_{27}\ O_1$ $C_{30}\ H_{26}\ O_1$	Marchand.
16.	Cerebrinsäure	65,79	10,60	2,30	20,41 u. $P_{0,90}$	65,79	10,59	2,24	20,44 u. $P_{0,97}$	20063,8	$C_{176}\ H_{170}\ N_5\ O_{44}\ P_1$	Frémy.
17.	Protein	54,54	6,99	16,01	22,46	54,69 54,24	7,29 7,16	16,14 16,00	21,88 22,60	5485,2 6637,2	$C_{40}\ H_{32}\ N_{10}\ O_{12}$ $C_{48}\ H_{38}\ N_{12}\ O_{15}$	Mulder.

Nr.	Verbindung.	Procentige Werthe: Gefunden. C	H	N	O	Berechnet. C	H	N	O	Atom-gewicht.	Formel.	Beobachter.
18.	Protein der Linse, des Eiweißes und des Faserstoffes	54,35	6,98	15,68	22,99	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{15}$	Scherer.
19.	Protein der Milch	54,29	7,10	15,94	22,67	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{15}$	Dumas und Cahours.
20.	Desgl. des Ochsenblutes	54,38	7,14	15,92	22,56							
21.	Eiweiß des Blutserum und der Hühnereier	54,44	7,05	15,76	22,75	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{15}$	(Mulder und) Scherer.
22.	Gereinigtes lösliches Eiweiß	52,79	7,19	15,55	24,47	52,65	6,95	15,54	24,86	6837,2	$C_{43} H_{38} N_{12} O_{17}$	Wurtz
23.	Gereinigtes unlösliches Eiweiß	52,87	7,15	15,75	24,23							
24.	Mittel des pflanzlichen und thierischen Eiweißes	53,48	7,17	15,73	23,62	53,34	7,22	15,74	23,70	6749,7	$C_{48} H_{39} N_{12} O_{16}$	Dumas und Cahours.
25.	Venöser Faserstoff des Ochsenblutes	52,74	6,95	15,29	25,02	52,65	6,95	15,54	24,86	13674,4	$C_{96} H_{76} N_{24} O_{34}$	Mulder.
26.	Arterieller Faserstoff des Ochsenblutes	52,29	6,83	15,64	25,24	52,22	6,98	15,41	25,39	13786,9	$C_{96} H_{77} N_{24} O_{35}$	
27.	Venöser Faserstoff	53,94	6,83	15,72	23,51	53,63	6,70	15,83	23,84	6712,2	$C_{48} H_{36} N_{12} O_{16}$	Scherer.
28.	Arterieller Faserstoff	54,06	7,05	15,83	23,06	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{15}$	
29.	Mittel des pflanzlichen und thierischen Faserstoffes	52,68	6,99	16,60	23,73	52,74	6,96	16,86	23,44	6825,7	$C_{48} H_{38} N_{13} O_{16}$	Dumas und Cahours.
30.	Käsestoff der Milch	54,08	7,15	15,63	23,14	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{15}$	Scherer.
31.	Desgl.	54,21	7,15	15,80	22,84	54,24	7,16	16,00	22,60	6637,2	$C_{43} H_{38} N_{12} O_{15}$	Mulder.
32.	Proteinbioxyd	52,98	6,94	15,33	24,75	52,65	6,95	15,54	24,86	6837	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{17}$	
33.	Proteintritoxyd	50,75	6,72	14,92	27,61	50,97 51,16	6,80 6,75	15,04 15,09	27,19 27,00	5582,2 7037,2	$C_{40} H_{32} N_{10} O_{16}$ $C_{48} H_{38} N_{12} O_{19}$	
34.	Mittlere Haut der Arterien	52,84	7,03	15,36	24,77	52,65 52,56	6,95 7,12	15,54 15,51	24,86 24,81	6837 6849,2	$C_{48} H_{38} N_{12} O_{17}$ $C_{48} H_{39} N_{12} O_{17}$	Scherer.

Nr.	Verbindung.	Procentige Werthe gefunden. C				Procentige Werthe berechnet. C				Atomgewicht.	Formel.	Beobachter.
		C	H	N	O	C	H	N	O			
35.	Hausenblasenleim	49,37	6,56	18,37	25,70	49,30	6,50	18,18	26,02	7302,8	$C_{48} H_{38} N_{15} O_{19}$	Mulder.
36.	Hausenblase im Ganzen	49,42	6,90	18,79	24,89	49,81	6,92	18,37	24,90	7227,8	$C_{48} H_{40} N_{15} O_{18}$	
37.	Sehnen	50,14	7,17	18,32	24,37							Scherer.
38.	Harte Haut des Auges	50,30	7,08	18,72	23,90	50,42	7,18	18,59	23,81	7140,3	$C_{48} H_{41} N_{15} O_{17}$	
39.	Knorpelleim	49,47	6,66	14,49	29,38	49,30	6,57	14,55	29,58	6085,2	$C_{40} H_{32} N_{10} O_{18}$	Mulder.
40.	Rippenknorpel junger Kälber . . .	50,20	6,96	14,91	27,94	50,26	6,98	14,83	27,93	7162,2	$C_{48} H_{48} N_{12} O_{12}$	
41.	Hornhaut	49,35	7,10	14,40	29,15	49,49	7,05	14,60	28,86	7274,7	$C_{48} H_{41} N_{12} O_{21}$	
42.	Oberhaut der Fußsohle	50,20	6,78	17,23	25,79							Scherer.
43.	Haare	50,24	6,72	17,94	25,10	50,52	6,84	17,39	25,25	7126,7	$C_{48} H_{39} N_{14} O_{18}$	
44.	Büffelhorn	50,84	6,78	17,28	25,10							
45.	Haare	50,22	6,39	17,23	26,16	50,52	6,84	17,39	25,25	7126,7	$C_{43} H_{39} N_{14} O_{18}$	Van Laer.
46.	Ochsenblut	53,62	7,59	15,76	23,03	53,55	7,62	15,76	23,07	13444,5	$C_{98} H_{82} N_{24} O_{31}$	Playfair und Boeckmann.
47.	Rindfleisch	53,41	7,91	15,69	22,99	53,35	7,97	15,71	22,97	13494,5	$C_{96} H_{88} N_{24} O_{31}$	
48.	Muskeln in Kali gelöst und durch Essigsäure gefällt	53,09	7,11	15,38	24,42	52,99	7,08	15,64	24,29	13586,9	$C_{96} H_{77} N_{24} O_{33}$	Mulder und Adriani.
49.	Kuhfleisch mit Wasser, Weingeist und Aether behandelt	52,61	7,23	16,31	23,85	52,55	7,21	16,15	24,09	13700,5	$C_{98} H_{79} N_{25} O_{38}$	
50.	Nackenband mit Essigsäure, Wasser, Weingeist und Aether ausgezogen	54,89	7,41	17,74	19,96	55,06	7,46	17,60	19,88	6538,2	$C_{48} H_{39} N_{13} O_{18}$	Mulder und Tilanus.
51.	Schwarzes Pigment des Auges . .	57,94	5,97	13,77	22,32	57,51	5,99	14,14	22,36	6260,2	$C_{48} H_{30} N_{10} O_{14}$	Scherer.

Nr.	Verbindung.	Procentige Werthe: berechnet. C	H	N	O	gefunden. C	H	N	O	Atom-gewicht.	Formel.	Beobachter.
52.	Ochsengalle	58,00 bis 59,50	8,35	3,62	20,39 bis 18,89 Na 6,08 Ch N 3,56							Theyer und Schlosser.
53.	Gallensäure von Theyer u. Schlosser	62,84	9,42	3,93	23,81	63,05	9,38	3,54	24,03	9991,6	$C_{84} H_{73} N_4 O_{24}$	
54.	Choleinsäure	63,60	9,06	3,28	24,06	63,73	8,99	3,27	24,01	5414,5	$C_{46} H_{39} N_2 O_{13}$	Dumas und Demarcay.
55.	Taurin	18,99	5,72	11,24	64,05	19,17	5,59	11,31	63,92	1564,5	$C_4 H_7 N_2 O_{10}$	Demarcay.
56.	Harnstoff	19,75	6,71	46,73	26,81	19,89	6,63	46,96	26,52	754,1	$C_2 H_4 N_4 O_2$	Liebig und Wöhler.
57.	Harnsäure	35,33	2,38	34,60	27,69	35,58 35,69	2,37 2,35	33,59 34,21	28,46 27,75	1054,1 10089,7	$C_5 H_2 N_4 O_3$ $C_{48} H_{19} N_{39} O_{28}$	
58.	Krystallisirte Hippursäure	59,91	4,96	7,82	27,31	60,29	5,02	7,90	26,79	2239,5	$C_{18} H_9 N_2 O_6$	Liebig.
59.	Allantoin	30,08	4,04	35,34	30,54	30,26	3,78	35,70	30,26	991,58	$C_4 H_3 N_4 O_3$	
60.	Mureran oder Purpursäure	32,86	3,72	25,72	27,70	33,23	3,69	26,15	36,93	1354,1	$C_6 H_4 N_4 O_5$	

2. Organische Vorgänge.

396 Da sich häufig die Wirkungen des kunstvollen Baues der lebenden Körper von den Thätigkeiten der unorganischen Vorrichtungen unterscheiden, so wählt man den Ausdruck der Lebensphänomene, der vitalen oder organischen Vorgänge, um die eigenthümlichen Merkmale der Organisationsarbeit zu bezeichnen. Diese Namen, die nur ein brauchbares Wort geben, schließen keine Erklärung irgend einer Art in sich

397 Die kindliche Denkweise des Menschen erfindet besondere Kräfte, um Erscheinungen, die nicht nach den schon bekannten Gesetzen erläutert werden können, aufzufassen. Dieses dem Aberglauben jeder Art zum Grunde liegende Streben hat sich auch zu allen Zeiten in der Wissenschaft geltend gemacht. Der Fortschritt der Erkenntniß verminderte aber die Zahl der vorausgesetzten, von einander unabhängigen Eigenkräfte und vergrößerte dafür die Einsicht in die einfachen Bedingungen, welche der Sinnenwelt zum Grunde liegen. Das Ideal des Wissens bestände aber darin, die Mannigfaltigkeit aller Vorgänge auf eine Grundursache zurückzuführen.

398 Der Begriff des Lebens hat sich dadurch geläutert, daß man eine besondere, von den übrigen Naturgesetzen befreite Lebenskraft beseitigte und den leiblichen Organismus als ein kunstvolles physikalisch-chemisches Werkzeug aufzufassen suchte. So wahr auch diese Vorstellung im Allgemeinen ist, so sehr sie durch immer weiter eindringende Forschungen unterstützt wird, so sind wir doch noch weit davon entfernt, sie in der Erklärung der Einzelthätigkeiten durchführen zu können. Der Stand unseres Wissens zwingt uns oft als organische Vorgänge anzusprechen, was vielleicht unsere Enkel als einfache physikalische Wirkung ansehen werden.

399 Zweierlei Eigenthümlichkeiten verschiedenen Ranges, die Selbstständigkeit der organischen Wesen und die Nerventhätigkeit der Thiere, gehören vorzüglich in das Gebiet jener Räthsel. Sollte Alles in gehöriger Ordnung bleiben und die Schöpfung von selbst fortdauern, so mußte der Organismus, wie wir früher sahen (§. 29. fgg.), seine eigenen Zustände verbessern und Wesen gleicher Art erzeugen können. Wir sind im Stande, uns den allgemeinen Gang, durch den diese Bedingung erfüllt wird, mittelst des in der Einleitung erläuterten Begriffs des Lebens zu denken. Wollten wir aber alle Einzelnheiten durchschauen, so wäre hierzu eine absolute Erkenntniß des Räderwerkes nothwendig, weil immer ein Glied in die übrigen eingreift. Wir haben daher hier eine Aufgabe, die nur annähernd im günstigsten Falle gelöst werden könnte.

Die Nerventhätigkeiten bleiben noch dunkler. Wir finden in ihnen Erscheinungen, die den unorganischen Wesen und den Pflanzen mangeln. Der Mensch kann überdieß nur die Brücke, welche die beiden Ufer der Geistes- und der Körperwelt verbindet, mit dem Auge der Phantasie erkennen, nicht aber mit dem des Verstandes untersuchen. Sie wird stets der naturwissenschaftlichen Forschung eben so fremd bleiben, als jede an-

dere, dem Gebiete unserer Sinnlichkeit ursprünglich fremde Wirkungsart.

400 Da nun die organischen Vorgänge bloße Ausdrücke unbekannter Verhältnisse bilden, so muß ihnen die streng wissenschaftliche Forschung, so weit es irgend möglich ist, entgegentreten. Sie hat die relative Grenze, mit der die Anwendung der übrigen Naturgesetze aufhört, festzustellen und darf nur das jenseits Liegende den organischen Vorgängen für die gegenwärtigen Verhältnisse der Erkenntniß überlassen.

401 Faßt man aber die Erscheinungen von diesem Standpunkte auf, so droht eine andere Klippe, die leicht die Erklärungsversuche täuschend macht. Ein Mensch, der eine Dampfmaschine arbeiten sieht, bemerkt sogleich, daß nur die Heizung des Wassers das Ganze in Bewegung setzt, und die Vorrichtung selbst alle Nebenthätigkeiten besorgt. Nur der aber, dem es bekannt ist, wie sich die Schieberventile mittelst der Steuerung passend verrücken, wie hierdurch der Dampf in den Behälter oder in den Verdichtungsraum geleitet wird, wie die Treibstange und die Kurbel die auf- und niedersteigende Bewegung des Balanciers in eine kreisförmige umsetzen und der Regulator die Geschwindigkeit der Maschine auf das rechte Maaß zurückführt, besitzt eine genügende Einsicht in das Ganze. Wollen wir uns daher nicht in einem Wortkreise bewegen, so dürfen wir keine Lebenserscheinung als erklärt ansehen, wenn wir sie nur mit der Zweckmäßigkeit des Organismus in Verbindung gebracht haben. Während man die Ursache von der Wissenschaft mit Recht fodert, beschreiben bloß jene Antworten die Folgen von Verhältnissen, deren Erläuterung umgangen wird.

Die tägliche Erfahrung lehrt z. B., daß wir leicht bei dem Besteigen von Bergen in Schweiß gerathen und Herzklopfen und Athmungsbeschwerden bekommen. Sagt man nun, daß dieses deshalb geschehe, weil die Natur den Verbrennungsproceß der größeren mechanischen Wirkung halber steigert [1]), so giebt man keine Erklärung, sondern eine bloße, für einen Einzelfall passende Umschreibung der berechneten Wirkungsweise des Organismus. Gelänge es aber, nachzuweisen, warum eben dann das Herz und die Athemmuskeln ihre Thätigkeit verstärken müssen, so wäre der Weg zur wahren Einsicht gebahnt. Alle diese und ähnliche teleologische Auffassungen lösen nicht die Aufgaben, die sich die wissenschaftliche Untersuchung stellen muß.

402 Selbstständigkeit der lebenden Wesen. — Der Werth einer jeden Vorrichtung erhöht sich nicht bloß mit der Zweckmäßigkeit des ihr zum Grunde liegenden Principes und der ihr verliehenen Einrichtung, sondern auch mit ihrer Unabhängigkeit von jeder äußeren Hilfe. Der Luftdruck und der Wasserdampf waren schon in Newkowen's atmosphärischer Maschine als Bewegungserreger benutzt. Allein ein Mensch mußte abwechselnd den einen Hahn, der Dampf den zweiten, der das Verdichtungswasser in den Cylinder ließ, öffnen und schließen. Der Knabe Potter, der diese Thätigkeit dem Balancier der Maschine mittelst einer einfachen Vorrichtung übertrug, verbesserte daher das Ganze in hohem Grade. Watt's Scharfsinn, der diesen Grundsatz der Selbsthilfe weiter

---

[1]) J. R. Mayer, Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. Heilbronn, 1845. 8. S. 96.

durchführte und den Dampf durch die Sonderung des Condensators zweckmäßiger benutzte, lieferte auf diese Weise eine Erfindung, welche die Civilisationsverhältnisse der Menschheit nach und nach umgestaltet.

403 Es läßt sich schon hieraus schließen, daß nicht nur die lebenden Wesen die ihnen zu Gebote stehenden Kräfte und Stoffe auf das Zweckmäßigste benutzen, sondern sich auch einer größtmöglichen Unabhängigkeit von außen erfreuen werden. Pflanzen und Thiere scheiden vermöge ihrer Einrichtung Verbindungen, die sie nicht brauchen können, aus und setzen die, welche sie zurückbehalten, in organisirbaren Gestalten ab. Wachsthum und Zeugung lassen sich so im Allgemeinen einsehen, ohne daß man besondere Kräfte zu Hilfe zu nehmen nöthig hat. Die passende Anordnung des Ganzen macht diese Endergebnisse des höchsten Grades der Selbsthilfe denkbar. Was das eine Gewebe verarbeitet hat, sich aber nicht selbst aneignen kann, das wandert nach einem bestimmt berechneten Orte, um als neues Gewebe auszukrystallisiren. Jedes Organ entwickelt sich auf diese Weise. Es bilden sich überdieß noch Keime, die das frühere Verhältniß unter gewissen äußeren Einflüssen wiederholen. Wir nennen sie Knospen, wenn sie noch andere Thätigkeiten am Mutterkörper übernehmen können, Eier dagegen, wenn die Fortpflanzung ihre ausschließliche Bestimmung bildet.

404 Betrachten wir die entwickelten organischen Geschöpfe, so erlangen die Thiere einen weit höheren Grad von Selbstständigkeit, als die Pflanzen. Ihr Nervensystem sichert ihnen diesen Vorzug. Die Eindrücke der Außenwelt werden durch seine Vermittelung aufgefaßt und die Gegenwirkungen durch seine Entscheidung festgestellt. Die willkührliche Zusammenziehung arbeitet in der Richtung unserer Selbstbestimmung; die unwillkührliche in der durch die übrigen Verhältnisse bedingten Zweckmäßigkeit. Ein Mensch kann daher seine Hände benutzen, um sein Leben zu vernichten. Wie aber das Kind nicht weiß, weshalb sich sein Sehloch im Dunkeln verengt und im Hellen erweitert, so ist auch unser Wille nicht im Stande, diese Zweckmäßigkeitseinrichtung aufzuheben.

Ginge die Selbstständigkeit und Selbstverbesserung des Organismus aus einem geistigen Principe, aus einer Art von Seele im Stahl'schen Sinne, welche die rohen Massen zweckmäßig leitet, hervor, so müßte sie auch einen größeren Spielraum, als ihr wahrhaft gestattet ist, besitzen. Alle Krankheiten bestehen aber eben darin, daß die äußeren Einflüsse den Grad der Gegenwirkung, welchen die Einrichtung der Organisation möglich macht, besiegen. Die Maschinerie wird dann unmittelbar zerstört oder erhält eine andere Wirkungsrichtung, weil einzelne ursprüngliche Anregungskräfte in regelwidrigen Bahnen oder Größen thätig sind. Der Körper unterliegt, wenn das Maaß der Abweichung seine Stabilitätsverhältnisse überwindet. Er erhält sich dagegen in einem gewissen, von der Regel abgehenden Zustande, wenn sich beiderlei Momente im Gleichgewicht befinden. Kann endlich die virtuell sich steigernde Kraft der Stabilität die Größe der Verrückung allmählig aufheben, so wird die Wiederkehr der Gesundheit möglich.

405 Dreierlei Haupterscheinungen zeugen am Auffallendsten für die kunstvolle und möglichst zweckmäßige Einrichtung unseres Organismus. Er strebt nur das Passende aufzunehmen und sein großes Ganze trotz der Schwankungen der Einzelthätigkeiten beständig zu erhalten. Die organische Anziehung und das organische Gleichgewicht bilden die Folgen dieser Wir-

fungsrichtung. Die organische Periodicität lehrt uns aber, wie die Uhr des Lebens zu gewissen Zeiten einzelne bestimmte Schläge hören läßt und wie manche Thätigkeiten in gewissen Perioden in den Gang kommen, in anderen dagegen ablaufen.

Organische Anziehung. — Die Bildung der Gewebtheile giebt uns das deutlichste Beispiel dieser Thätigkeitsfolge der Organisation. Ein Capillargefäßnetz, das sich in einer Muskelmasse verbreitet, umstrickt nicht bloß die Muskelfasern, sondern auch deren Hüllen, das Zellgewebe, das sie verbindet, und die Nerven und die Lymphgefäße, die sie durchsetzen. Dieselbe Ernährungsflüssigkeit, die aus ihm ausschwitzt, muß alle diese verschiedenartigen Gewebe erhalten und vergrößern. Die Muskelfaser wird daher andere Stoffe, als das Zellgewebe, die Nerven und die Lymphgefäße anziehen. Sie kann nicht bloß die festen Absätze ohne Unterschied, wie ein in eine Flüssigkeit gehängter Krystall, auf ihrer Oberfläche aufnehmen, sondern muß in bestimmter Weise auswählen, um eine gleichartige Vergrößerung zu erreichen. 406

Die Krankheitserscheinungen beweisen wiederum, daß diese Art von Selbstbestimmung ihre durch die Organisation bedingten Grenzen hat. Bricht ein Mensch einen Knochen, so erzeugt die Ausschwitzungsmasse, welche die Bruchenden verkittet, Knochensubstanz in der Nähe der verletzten Skeletttheile. Der Zusammenhang wird wieder so durch einen Callus hergestellt. Haben wir dagegen einen Muskel der Quere nach durchschnitten, so vereinigt er sich durch Narben- und nicht durch Muskelfasern, mithin durch ein ungleichartiges Gewebe, das wenigstens die Störung des Zusammenhanges aufhebt. Leidet aber ohnedieß ein Mensch, der einen Knochen gebrochen hat, an einer Entmischungskrankheit, so kann selbst jede festere Vereinigung der Bruchenden ausbleiben. Die gleichartige organische Anziehung und die Zweckmäßigkeit des Endergebnisses gehen gleichzeitig verloren. 407

Die Nachbarsympathien, die auf dem Gebiete des Stoffwandels auftreten, gehen aus einfacheren Verhältnissen hervor. Wenn nicht selten ein Katarrh der Nase einen entzündlichen Zustand der Bindehaut des Auges nach sich zieht, so rührt dieses von gewissen Erscheinungen des Blutlaufes und der Absonderungen, die wir in der speciellen Physiologie kennen lernen werden, her. Die Störungen, die einen Punkt getroffen haben, pflanzen sich von Stelle zu Stelle längs gleichartiger Flächen, welche ähnliche Grundbedingungen darbieten, fort. Das Leiden einer Schleimhaut trägt sich dann auf eine benachbarte über. Der Nasenkatarrh verbindet sich deshalb häufig mit katarrhalischen Beschwerden des Rachens, der Eustachischen Trompete und der Athmungswerkzeuge. Ein verdorbener Magen erzeugt oft Diarröhe. Entzündung der Därme folgt nicht selten auf die des Magens und eine Reizung des Eierstockes auf die der Tuben und der Gebärmutter. 408

Das Nervenleben bietet viele ähnliche Erscheinungen dar. Ist eine Nervenfaser stark angeregt, so werden benachbarte Fasern, die in ihrer Nähe in den Organen oder dem Gehirn und Rückenmark verlaufen, zur 409

Mitleidenschaft angeregt. Die harmonischen Bewegungen der Augenmuskeln, der Athmungsmechanik, der Bauchpresse und ähnliche im gesunden Leben auftretende Vorgänge beruhen auf solchen Zuständen der Vertheilung der Nerventhätigkeit. Sie sind es, die viele gleichartige oder ungleichartige Wirkungen unter Krankheitsverhältnissen hervorrufen. Ist ein Mensch an einem Auge durch Lähmung der Netzhaut erblindet, so verfällt auch leicht das zweite dem gleichen Schicksal. Schmerzen in einem Nervenzweige veranlassen häufig ähnliche Leiden in anderen Stämmen, die in seiner Nachbarschaft in der Peripherie, im Gehirn oder im Rückenmark vertheilt sind.

Die Begriffsverbindung, die uns von Gedanken zu Gedanken fortführt, das Gedächtniß, das uns verwandte Vorstellungen zurückruft, die Phantasie, die ähnliche zusammenkettet, die Neigung zu Beschäftigungen, welche mit dem Talente und der Geistesrichtung harmoniren, und selbst das egoistische Princip, das jeden Menschen beherrscht und nur durch Vernunft oder Gefühl unterdrückt wird, fußt ebenfalls auf jenem höheren Anziehungsgesetze, das unsere körperlichen und geistigen Thätigkeiten allseitig durchdringt.

Ausführliche Darstellungen der Nachbarsympathien finden sich in J. Henle, pathologische Untersuchungen. Berlin, 1840. 8. S. 83 fgg. und J. Budge, Allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft. Bonn, 1842. 8. S. 31 fgg. Die sämmtlichen hierher gehörenden Erscheinungen erläutert noch Henle von neuerem Standpunkte in seinem Handbuch der rationellen Pathologie. Braunschweig, 1846. 8. Bd. I. S. 204 fgg.

410 Organisches Gleichgewicht. — Die einzelnen Werkzeuge des Körpers verhalten sich, wie verschieden gerichtete, veränderliche Kräfte, die einen Punkt, den Gesammtausdruck der Lebensthätigkeiten, zum Ziele haben. Soll nun das Uhrwerk des Organismus seinen regelmäßigen Gang behaupten, so müssen sich die Wirkungen der verschiedenen Apparate wie Gewicht und Gegengewicht verhalten. Das eine wird dann um eben so viel steigen, als das andere sinkt.

411 Die Erscheinungen des Stoffwechsels erhärten wiederum diese Gleichgewichtsverhältnisse am deutlichsten. Die Verbindungen, die Verdauung und Einsaugung dem Blute zuführen, werden ihm in anderen Formen durch die Absonderung und Ernährung entzogen. Halten sich Einnahmen und Ausgaben im Erwachsenen das Gleichgewicht, so kehren in kurzer Zeit Blut und Körper, gleich der Zunge der Wage, auf ihren früheren Stand zurück. Beide wechseln aber in durchgreifendem Maaße, so wie die regulirten Beziehungen längere Zeit gestört werden.

412 Die einzelnen Thätigkeiten stehen überdieß in wechselseitigem labilen Gleichgewicht zu einander. Sie verhüten hierdurch manche Gefahren, die sonst dem gesammten Organismus drohen würden. Trinken wir viel, so geht auch mehr Wasser durch den Harn ab; es belästigt daher nicht die übrigen Organe. Ist die Hautausdünstung unterdrückt, so sondern die Schleimhäute größere Mengen von Flüssigkeit aus. Katarrh und Durchfall folgen deshalb auf der Stelle nach. Ein Organ opfert sich in diesem Falle, um Störungen des Ganzen zu verhüten.

Wir werden in der speciellen Physiologie sehen, daß ähnliche Gleichgewichtsverhältnisse den Reizbarkeitserscheinungen einzelner Organgruppen zum Grunde liegen. Ein örtliches Gleichgewicht beherrscht aber auch noch alle Wirkungen, die mit den Nerven und den beweglichen Theilen in Beziehung stehen. Die Zeit und die Stärke der Anregung befinden sich hier auf der einen, die materiellen Organisationsverhältnisse dagegen auf der anderen Seite. Dauert ein Eindruck zu lange fort oder ist er in kurzer Zeit zu groß geworden, so erschöpft sich die Reizbarkeit, weil die Ausgabe an Wirkung die indeß Statt findende Stoffeinnahme, die das Aequivalent der Kraft bildet, übersteigt. Mangelt der Reiz, so mangelt auch die Anregung zur Stoffbewegung und Krafterzeugung. Die mögliche Thätigkeit sinkt daher in diesem Falle. Halten sich dagegen Reiz und Ernährung längere Zeit hindurch in passendem Gleichgewicht, so erhöht die Fortdauer dieses Zustandes die Größe der Stoffbildung und der Kraft, um einen mechanischen Ausdruck zu gebrauchen, auf virtuellem Wege. Die günstigen Einflüsse der Uebung lassen sich auf diese Art erklären. 413

Organische Periodicität. — Die Gesetzmäßigkeit, die sich im Raume als Symmetrie ausdrückt, erscheint zeitlich im Gewande der Periodicität. Beiderlei Arten von Normen durchdringen die lebende Welt. Die Erforschung der organischen Periodicität stößt deshalb auf die größten Schwierigkeiten, weil größtentheils die Einflüsse der Individualität und der äußeren Nebenverhältnisse das ursprüngliche, oft nur leise angedeutete Gesetz in den Hintergrund drängen. Da sie aber den allgemeinsten Ausdruck aller physiologischen Einzelwirkungen einer Thätigkeit oder des Gesammtlebens bildet, so bleiben uns ihre Ursachen fast gänzlich unbekannt. 414

Die Bedingungen, welche den Wirkungen des ausgebildeten Körpers den Stempel der Periodicität verleihen, können in der Einrichtung des Organismus oder in äußeren Einflüssen liegen. Wenn die weiblichen Regeln in bestimmten Zeiträumen wiederkehren, so liegt hier möglicher Weise ein ähnliches Verhältniß, wie bei dem Schlag- und dem Triebwerke einer Uhr zum Grunde. Dieses geht, gleich den übrigen Lebensthätigkeiten, unaufhaltsam fort. Jenes dagegen arbeitet nur zu gewissen Zeiten, die in bestimmten Zwischenräumen auftreten. Der Wechsel von Schlaf und Wachen läßt sich unter einem ähnlichen Gesichtspunkte auffassen. Manche Wirkungen des Lebens müssen ausruhen, damit nicht die Kraftausgaben die Einnahmen überschreiten, damit in stillen Zeiten für stürmische gesammelt werde. 415

Es läßt sich mit Recht annehmen, daß die Regeln und der Schlaf nicht die einzigen Erscheinungen, die von selbst gewisse periodische Schwankungen darbieten, sein werden. Der Herzschlag, die Athmung und alle von ihnen abhängigen Lebensverhältnisse, deren Thätigkeiten einen pulsatorischen Gang einhalten, sinken und steigen wahrscheinlich periodisch. Die Schwankungen, die äußere Nebenverhältnisse nach sich ziehen, greifen aber hier in solchem Grade durch, daß es fast unmöglich wird, den Einfluß der zeitlichen Typen zu ergründen (§. 191.)

416 Da unser Organismus von den Wechselerscheinungen der Umgebung abhängt und diese mit den Verhältnissen des Jahres, der Monate und des Tages in Verbindung stehen, so kann sich auch jede astronomische und meteorologische Periodicität auf die Lebensthätigkeiten übertragen.

417 Eine andere Art zeitlicher Reihenfolge drückt sich in den Entwickelungszuständen der organischen Wesen aus. Die Veränderungen, die ihre Körpermasse und mithin auch ihre Thätigkeiten erleiden, sind an gewisse Zeitabschnitte gebunden. Sie sprechen sich durch die Wirkungen der verschiedenen Lebensalter, die Epochen der Pubertät, der Revolution des weiblichen Geschlechtes und ähnliche Vorgänge aus. Diese fortwährende Umbildung der lebenden Wesen wirkt auch wieder auf die bleibenden periodischen Erscheinungen zurück. Der Gang des Uhrwerkes und seine Abhängigkeit von äußeren Einflüssen wechseln daher mit den Jahren. Die Erforschung der stabilen Periodicität stößt hierdurch auf neue Schwierigkeiten.

Benutzt man eine große Reihe von Fällen, so zeigen viele Wirkungen, die im Einzelnen in hohem Grade schwanken, bestimmte und unveränderliche Zahlengesetze. Es erscheint z. B. als zufällig, ob eine Frau ein Mädchen oder einen Knaben zur Welt bringt. Untersucht man aber diesen Punkt für viele Tausende von Geburten, so findet man, daß immer mehr Knaben, als Mädchen in ganz Europa auftreten. Die Regelmäßigkeit geht so weit, daß in den verschiedensten Ländern 104 bis 109 Neugeborene männlichen Geschlechtes auf 100 weibliche kommen. Besäße man ausgedehntere statistische Tabellen, so würde wahrscheinlich selbst diese Breite der Schwankung hinwegfallen.

418 Wollen wir uns eine Einsicht in die periodischen Verhältnisse der lebenden Wesen verschaffen, so ist der statistische Weg der einzige, der zum Ziele führen kann. Die Zeit, innerhalb der die Regeln der Frau wiederkehren, wechselt in hohem Grade nach Verschiedenheit der Individualität und selbst mit der Mannigfaltigkeit der Nebenverhältnisse, die eine Person zu einzelnen Zeiten darbietet. Es wäre vergebliche Mühe, eine Gesetzmäßigkeit unter den vielen Ausnahmen aufzusuchen oder eine scheinbare, in Einzelfällen gefundene Norm auf andere überzutragen. Vergleichen wir aber die Menstruationszeiten vieler Frauen, so finden wir, daß die meisten von ihnen nach vier Wochen unrein werden und der Durchschnittswerth 28 Tage und einen bestimmten Bruch beträgt. Die Dauer der Schwangerschaft, der Eintritt der Pubertät oder der Revolution, die Mehrgeburten und andere Lebenserscheinungen führen, wie wir am Schlusse der speciellen Physiologie sehen werden, zu ähnlichen Ergebnissen.

419 Sollen aber statistische Gesetze der Art einen sicheren Werth besitzen, so dürfen nicht die einzelnen Grundzahlen, von denen sie ausgehen, Fehlerquellen darbieten. Bestimmten wir die Mittelwerthe der Periodicität der Regeln nach einer vorherrschenden Menge bleichsüchtiger Mädchen oder die Schwankungen der Quantität einer Absonderung nach einer unvollkommenen chemischen Methode, so könnten die Endzahlen keine sicheren und wahrhaft aufklärenden Schlüsse gestatten.

Specielle Physiologie.

Erste Abtheilung.

Die Lehre vom Stoffwandel.



Die Lehre von dem Stoffwandel oder den pflanzlichen Thätigkeiten der thierischen Wesen betrachtet, so sehr es angeht, die in ihr Gebiet gehörenden Erscheinungen von physikalisch-chemischem Standpunkte. Sie schließt jede Erläuterung der Ursachen der in ihnen wirksamen organischen Vorgänge aus, faßt die Zusammenziehung, die in den Werkzeugen des Stoffwandels thätig ist, als gegebene mechanische Kraft auf und schildert nur die Druckwirkungen und Ortsveränderungen, die durch sie vermittelt werden. Die spätere Darstellung des Nervenlebens dagegen behandelt die nervösen Anregungen, die diesen mechanischen Erscheinungen zum Grunde liegen und sie in zweckmäßiger Weise zu einem Ganzen verbinden. 420

Verdauung.

1. Nahrungsmittel.

Hunger und Durst. — Der fortwährende Umsatz des lebenden Körpers, die Speisung, die alle Werkzeuge des Organismus für ihre Thätigkeit nöthig haben, der Abgang nicht mehr tauglicher oder unbenutzter Stoffe, den der Harn, der Koth, die Lungen- und die Hautausdünstung, so wie manche andere Absonderung vermittelt, und die in gewissen Lebenszeiten auftretende Massenvergrößerung machen es nothwendig, daß neue zu fernerer Aneignung dienliche Stoffe dem thierischen Geschöpfe zugeführt werden. Die Nahrungsmittel, die als Speise und Trank in den Darm gelangen, genügen vorzugsweise diesem Bedürfniß. Die Verdauung bereitet sie mechanisch und chemisch vor, damit das Verflüssigte in das Blut und von da in den übrigen Körper bringe. Diejenigen Stoffe dagegen, die sich nicht allgemeiner ihrer Unlöslichkeit wegen verbreiten können, vermischen sich mit Ueberresten einzelner Absonderungen, um später den Körper in der Form von Excrementen zu verlassen. 421

Die Empfindung des Hungers,[1]) die den Trieb nach fester Nah- 422

---

[1]) F. Geil, A. Kindscher, De fame. Berolini, 1828. 8. Fr. Tiedemann, Physiologie der Menschen. Bd. III. Darmstadt, 1836. 8. S. 22—56.

rung ausdrückt, steigt und fällt im gesunden Zustande mit den Bedürfnissen des übrigen Organismus. Der Säugling, dessen Körpermasse schnell wachsen soll, hungert öfter, als der Erwachsene. Ein Jüngling, der sich seiner geschlechtigen Entwickelung nähert oder in ihr befindet und sich auffallend vergrößert, sättigt sich erst durch reichlichere Speisung. Wird wieder ein Kranker gesund und erwacht auf diese Weise sein Körper zu neuer regerer Thätigkeit, so verstärkt sich auch seine Begierde nach Nahrungsmitteln. Der Aufenthalt in kalten Gegenden oder in trockener reiner Bergluft, jede Art von Bewegung, die Steigerung des Athmungsprocesses, wie sie das Singen, Sprechen und ähnliche Veranlassungen nach sich ziehen, jede Vermehrung von Abgängen, die nicht unmittelbar von den Zuständen des Darmes abhängen, z. B. Samenverluste und Schweiße, erhöhen nicht blos die Ausgaben, sondern verstärken auch den Appetit oder den Ausdruck des Ergänzungsbedürfnisses. Er vermindert sich dagegen im vorgerückteren Alter, wenn der Organismus nur mit Mühe seinen Bestand erhält, alle Ausgaben möglichst spart und von den Einnahmen Nichts zurücklegt; er sinkt in wärmeren Klimaten, in heißen Sommertagen, in feuchten Niederungen, bei fortgesetztem Aufenthalte in dumpfen Zimmerräumen und durch den Mangel an gehöriger Körperbewegung. Männer hungern im Durchschnitt stärker, als Frauen, sanguinische und an lebhafte Thätigkeit gewöhnte Menschen öfter, als phlegmatische. Das weibliche Geschlecht ißt in der Regel häufiger, aber dafür weniger auf ein Mal.

423 Die Gewohnheit beherrscht diese Regungen in ausgedehntem Maaße. Sie bestimmt nicht nur die Zeit, zu welcher der Hunger eintritt, sondern auch die Stärke, mit der er sich kund zu geben pflegt. Menschen, die viel essen, werden durch ihren Appetit an die Nahrungseinnahme häufiger und dringender gemahnt. Verleitet sie immer der Gaumenkitzel, ihre Bedürfnisse über die Maaßen zu befriedigen, so erhöhen sie nur ihre Triebe durch diese unzweckmäßige Erziehung ihrer Verdauungswerkzeuge. Sie hundern und essen daher mehr, als ihre übrigen Organisationsverhältnisse voraussetzen lassen

424 Da der Hunger von einer subjectiven Thätigkeit der Nerven ausgeht, so beherrschen ihn auch dieselben Gesetze, die viele andere Erscheinungen des Nervensystems bestimmen. Befriedigen wir den Appetit nicht, so erhöht sich die Empfindung im Anfange und geht selbst in ziemlich lebhaften Schmerz über. Hat dieses aber eine Zeit lang gedauert, so stumpft sich das Gefühl ab. Nehmen wir auch gern Speisen nach längerem Fasten, so quält uns doch dann nicht mehr jene Hungerpein, die früher in so hohem Grade belästigte.

425 Geistige Beschäftigungen lassen oft die Eindrücke peripherischer Nerven in den Hintergrund treten. Ein Kind kann daher seinen Hunger durch das Spiel, der Arbeiter durch seine Thätigkeit und der Gelehrte durch das Studium vergessen. Ein Mensch dagegen, der sich langweilt, den nichts zerstreut und beschäftigt, sehnt sich eher nach Speisen und wird heftiger an seine Nahrungsbedürfnisse gemahnt. Vermehrter Appetit folgt

nicht selten starken Explosionen des Nervensystems, wie sie das Erbrechen, den Beischlaf und künstliche Samenverluste begleiten. Dauerte aber die Aufregung lange fort oder stimmte der Eindruck von vorn herein herab, so werden auch die Gefühle stumpfer. Kummer und Schreck vermindern den Appetit und die Ruhe des Schlafes bewältigt den Hunger für den Augenblick.

426 Oertliche Reizmittel, wie Pfeffer, Ingwer und andere Gewürze, weingeistige Getränke, manche Salzverbindungen, bittere Pflanzenextracte und selbst kaltes Wasser können den Trieb der Nahrungseinnahme vergrößern. Diese Wirkung kommt ihnen aber nur so lange zu, als sie vorübergehend reizen und die Empfänglichkeit der Magennerven erhöhen. Greifen sie tiefer ein, so erregen sie eher Schmerz und Entzündung. Hat die Gewohnheit ihre nächsten Einflüsse beseitigt, so bleiben sie erfolglos oder stumpfen im Gegentheil die regelrechte Empfänglichkeit ab. Ein Mensch, der seinen Magen mit gewürzhaften oder pikanten Speisen zu reizen pflegt, sieht sich bald genöthigt, zu stärkeren Gaben dieser künstlichen Anregungsmittel überzugehen. Der Branntweintrinker verliert seinen Appetit um so mehr, je weiter er in seinem unglücklichen Triebe fortschreitet.

Narkotische Mittel verringern die Nervenerregung, aus der das Hungergefühl hervorgeht. Das Rauchen des Tabacks oder das Opium kann es daher für den Augenblick verdrängen.

427 Zweierlei andere Verhältnisse, die Beschaffenheit des Blutes und der Gebilde, in denen die thätigen Nerven endigen, bestimmen noch die Erscheinungen des Hungers, gleich denen anderer nervöser Wirkungen. Gelingt es, die neuen nöthigen Stoffe auf ungewöhnlichem Wege der Blutmasse einzuverleiben, so stillt sich auch der Nahrungstrieb für den Augenblick. Erhalten wir daher einen Menschen, der Nichts verschlucken kann, durch passende Klystiere, so mindert sich sein Hungergefühl. Bäder von Milch oder Fleischbrühe können verhältnißmäßig eben so gut sättigen, als wenn diese Verbindungen durch den Mund eingeführt worden wären. Ihr Nutzen steigt oder fällt nur mit der Menge der wahrhaft aufgenommenen und zur ferneren Verarbeitung geeigneten Verbindungen.

428 Störungen, welche die Magenschleimhaut in Unordnung bringen, geben sich bald durch Unregelmäßigkeiten des Appetits zu erkennen. Er schwindet, wenn die Menge des abgesonderten Schleimes zunimmt oder der ganze Verdauungsproceß tief greifende Veränderungen erleidet. Die krankhafte Beschaffenheit des Magenschleimes und eine Verstimmung, die von den Hungernerven oder deren Centraltheilen ausgeht, kann ihn naturwidrig erhöhen oder Dinge, die sich gar nicht zu Nahrungsmitteln eignen, mit großer Begierde aufsuchen lassen.

Die mechanischen und chemischen Vorstellungen, die sich ältere Forscher von den Ursachen des Hungers bildeten, widerstreiten größtentheils den Thatsachen, welche die unbefangene Beobachtung liefert. Würde diese Empfindung durch eine Zerrung der Magennerven bedingt, so müßte schon die Anfüllung des Magens mit Gasen sättigen. Heftige Bewegungen, wie sie bei dem Erbrechen vorkommen, würden dann am leichtesten den Trieb des Nahrungsbedürfnisses hervorrufen.

Da der Magensaft zur Zeit des Fastens in sparsamstem Maaße abgesondert wird und überhaupt keine irgend bedeutende Aetzkräfte in dem gesunden Zustande besitzt, so kann auch nicht das Hungergefühl von der chemischen Wirkung, die der Magenschleim auf die Nerven oder die Lymphgefäße (Dumas) ausübt, herrühren. Diese gröberen mechanischen oder chemischen Ansichten, die in früheren Zeiten hier, wie in anderen Abschnitten der Physiologie herrschten, gehören nur noch der Geschichte der Wissenschaft an.

429 Die Ursache des Hungergefühls ist eben so dunkel, als die der Tastempfindung. Beide lassen sich aber mit einander vergleichen und bis auf gewisse Grenzen zurückverfolgen. Sie bilden eigenthümliche Lebensäußerungen der Nerven, die nur, ihren natürlichen Schranken unterworfen, zweckmäßig bleiben, sich aber sonst in Schmerzenseindrücke verwandeln. Die unpassende Wirkung kann durch Verstimmung der Nerven oder durch äußere Einflüsse erzeugt werden. Beide Erscheinungen hängen von dem regelrechten Zustande ihrer peripherischen Gebilde und der Blutmasse, die sie belebt, ab. Wie die schwielige Hand schlechter tastet, so hungert auch der schleimige Magen in geringerem Grade. Die Haut beantwortet die Stockung des Blutes, die in ihr eingeleitet worden, durch Taubsein, und die Zuschnürung ihrer Nerven durch Ameisenlaufen oder Prickeln; der Magen den Mangel an Speisen durch Hunger und die krankhafte natürliche oder künstliche Verstimmung seiner Nerven durch Nagen und dumpfes Stechen. Leiden des centralen Nervensystems können eben so gut täuschende Gefühle der Haut, als irrthümliche Angaben des Nahrungsbedürfnisses veranlassen. Verhältnisse, die schon oben (§. 422.) im Allgemeinen angedeutet worden, deren einzelne Ursachen jedoch noch unbekannt sind, bedingen den Unterschied, daß die Wirkungen des Tastens nur äußeren Widerständen, die des Hungers dagegen dem Mangel fester Stoffe folgen.

Der gesunde Mensch zieht den möglichsten Nutzen aus den eingenommenen Nahrungsmitteln. Sein Speisebedürfniß steigt daher nur nach Maaßgabe seines Verbrauches. Muß dagegen die Natur einen Theil der dargebotenen Stoffe krankhafter Verhältnisse wegen unbenutzt entlassen, so steigert sich auch der Trieb nach Nahrung in regelwidriger Weise. Menschen, die an Harnruhr leiden, Personen, deren Milchbrustgang zerrissen oder verstopft ist, skrophulöse Kinder, deren Gekrösdrüsen unwegsam geworden, manche Leberkranke oder Unterleibsleidende überhaupt verzehren deshalb größere Massen, als ihre übrigen Zustände sonst fodern. Fernere Abmagerung begleitet ihr unzweckmäßiges und nutzloses Essen. Aehnliche Regungen von Heißhunger (Bulimus) können auch durch eine krankhafte Beschaffenheit des Magenschleims oder durch Verstimmungen, die oft von den Centraltheilen des Nervensystems ausgehen, bedingt werden. Wir finden sie deshalb häufig in hypochondrischen und hysterischen Personen. Die Begierde nach größeren Mengen schlägt nicht selten in die Sehnsucht nach einer eigenthümlichen Beschaffenheit der Einnahmen um. Die Gelüste, die manche Reconvalescenten oder Schwangere äußeren, fußen bisweilen auf zweckmäßigen Trieben, nicht selten dagegen auch auf bloßen Phantasiegebilden, welche die Gewohnheit und die anerzogene Denkweise des leidenden Menschen begünstigen. Die Freude, mit der manche hysterische Frauen Kreide verzehren oder den Kalk der Wände genießen, beruht auf den gleichen zweideutigen Verhältnissen.

Die Appetitlosigkeit (Anorexia), welche die meisten gastrischen Leiden begleitet, bildet wahrscheinlich den Ausdruck der örtlichen oder allgemeinen Nervenverstimmung, die jene Zustände begleitet. Während sich nicht immer ihre entfernten Ursachen genau verfolgen lassen, wird uns die Lehre von der Nerventhätigkeit zu manchen Thatsachen fühführen, die wenigstens einzelne Punkte dieses dunkeln Gebietes zu erläutern im Stande sind.

Befriedigen wir auch häufig den Durst mit Auflösungen fester Körper oder mechanischen Mengungen flüssiger und dichter Verbindungen, so sind es doch immer nur die Feuchtigkeitsmassen, welche hier die Rolle des Sättigungsmittels übernehmen. Wasserreiche Früchte, wie Birnen, Apricosen, Melonen, Gurken, können daher eben so gut, als Getränke zum Ziele führen. 430

Alle Ursachen, die den Wasserverlust des Blutes erhöhen oder erniedrigen, vermehren oder vermindern auch das Durstgefühl. Es vergrößert sich daher, wenn die warme Luft die Verdunstung in unseren Lungen oder an unserer Haut verstärkt, wenn rasche Bewegung diese Gelegenheitsursachen begünstigt oder der Genuß von Salzen mehr Feuchtigkeit zu ihrer Auflösung nöthig macht und die Menge des ausgeschiedenen Harnes erhöht. Ein Fieberkranker fodert immer frische Getränke aus dem gleichen Grunde. Ein anhaltendes Bad dagegen kann wenigstens den Durst für den Augenblick befriedigen. 431

Oertliche Reize ziehen oft die gleichen Folgen nach sich. Hat der Luftstrom, der bei dem Sprechen oder Singen längs der Gebilde der Mund-Rachenhöhle dahinstrich, die Oberflächen dieser Theile ausgetrocknet, so kündigt sich das Durchfeuchtungsbedürfniß durch Durstempfindung an. Sie mindert sich schon, wenn man nur eine Zeit lang einen Schnitt einer frischen Citrone im Munde hält. 432

Da Hitze und Durst bis zu einem gewissen Grade Hand in Hand gehen, so sind es vorzugsweise die kalten Getränke, die wir als Waffe gegen die Belästigung der Wärme gebrauchen. Wir versetzen sie mit Nutzen mit geringen Mengen weingeisthaltiger oder leicht verdunstender Flüssigkeiten, damit die latente Verdunstungswärme dieser Beimischungen die Temperatur des Blutes und die des Körpers überhaupt abkühle. 433

Die Ursachen des Durstes sind noch eben so dunkel, als die des Hungers. Haben wir es bei diesem mit einer subjectiven Thätigkeit der Magennerven zu thun, so gehört jener der Wirkung der nervösen Gebilde der Mund-Rachenhöhle an. Der allgemeine und örtliche Feuchtigkeitsmangel des Blutes oder der Schleimhäute, in denen sich der Sitz der Durstempfindung kund giebt, wird von ihnen mit großer Pünktlichkeit wahrgenommen.

Die nothwendigen Folgen der Diffusionserscheinungen (§. 126.) wurden von einzelnen Schriftstellern als Ursachen der dursterregenden Eigenschaften des Kochsalzes und anderer Alkaliverbindungen, wie des schwefelsaueren Natrons oder der schwefelsaueren Magnesia, angesehen. Empfängt der Magen diese Stoffe in fester Form, so entziehen sie dem Blute und der Ernährungsflüssigkeit Wasser, bis ihre Lösung mit den umgebenden Verbindungen in Gleichgewicht ist. Der Durst, der dem Genusse gesalzener Körper folgt, drückt daher den Feuchtigkeitsverlust, den die Blutmasse augenblicklich erleidet, aus. 434

Nehmen wir einige Prisen Kochsalz, von denen jede $\frac{1}{2}$ Grm. wiegt, so entziehen sie eine gewisse Feuchtigkeitsmenge dem Magenblute und lösen sich in ihr auf. Wir dürsten deshalb eben so gut, als wenn wir die

Gebilde unseres Rachens vertrocknen lassen. Befriedigen wir das Bedürfniß, so trinken wir so viel, daß die Salzlösung dünner, als das Blut ist. Sie geht daher leicht in den Kreislauf über und wird größtentheils in den Nieren abgeschieden. Wurde aber eine größere Salzmenge eingeführt, so dauert die Wirkung im Darme fort. Die Flüssigkeit sucht immer mehr Wasser aufzunehmen, bleibt ihrer größten Menge nach im Nahrungscanal, reizt ihn, vermehrt seine Bewegung und seine Schleimabsonderung und erregt endlich auf diese Weise den Durchfall. Der Durst mußte natürlich hierbei stärker werden und längere Zeit anhalten.

Eine genauere Betrachtung lehrt, daß Vorstellungen der Art nicht einmal für die Einflüsse der verschiedenen Salze ausreichen. Denn ihre Fähigkeit, Durst zu erregen, steht in keinem geraden Verhältnisse mit der Begierde, Wasser aufzunehmen. Der Genuß der hygroskopischsten Substanzen müßte übrigens am ehesten den Trieb nach Getränken rege machen — eine Folgerung, die sich auch nicht immer in der Erfahrung bestätigt.

Wachsen die Wasserausgaben des Körpers in der Harnruhr oder bei übermäßigen Schweißen, so wird auch die Trinkbegierde steigen. Der übermäßige Durst (Polydipsia) kann noch in ähnlicher Weise, wie der Heißhunger, durch Nervenverstimmungen bedingt werden.

435 Beschaffenheit der Nahrungsmittel. — Soll eine Speise nährende Eigenschaften besitzen, so muß sie nicht nur eine gewisse Menge Wassers, sondern auch eine hinreichende Masse organischer Stoffe führen. Denn die Thiere sind nicht im Stande, ihre feuerflüchtigen Verbindungen aus bloßen unorganischen Substanzen herzustellen.

Es kommt zwar vor, daß Menschen Kieselsteine, Glas oder Metallstücke verschlucken. Diese werden aber nicht einmal ihrem größten Theile nach aufgenommen, sondern durchlaufen den Darm ihrer Schwerlöslichkeit wegen und gehen früher oder später mit dem Kothe davon. Das Wenige, das in das Blut übertreten kann, hat, wie die Kieselsäure, keine besondere Wirkung, oder greift sogar, wie die Metallverbindungen, schädlich ein.

Gewohnheit oder Noth führen bisweilen die Menschen dazu, Erdarten oder ähnliche Körper als Nahrung zu genießen. Die Otomaken und Guiamos in Guiana verzehren Thon zur Zeit der Anschwellung des Orenoko; die Neu-Caledonier einen grünlichen Speckstein und die Bewohner der Antillen verschiedene erdige Substanzen.[1] Die Lappländer gebrauchten zu ihrem Brote einen Infusorienpanzer führenden Trippel und andere Völker thonigte oder kreideartige Erden. Kleine Mengen solcher Massen wurden oder werden noch in verschiedenen Reichen des Erdballs als Leckerbissen genossen.

Alle diese Einzelfälle beweisen aber eben nur, daß unorganische Substanzen keine Nahrungsmittel bilden. Manche der genannten erdigen Massen enthalten noch eine nicht unbedeutende Menge organischer Verbindungen; andere dienen nur als Nebenmittel, den Magen zu füllen und augenblicklich zu beruhigen, nicht aber den Körper zu ernähren. Wie aber

---

[1] Fr. Tiedemann, Physiologie. Bd. III. S. 77 fgg.

der anhaltende Genuß unpassender Verbindungen der Art die Gesundheit untergrabe, wissen die Neger am besten. Sie verzehren nicht selten absichtlich größere Massen von Erden, um sich krank zu machen und sich auf diese Weise ihren schweren Arbeiten zu entziehen. Haben sie ihre traurigen Bemühungen eine Zeit lang fortgesetzt, so leidet nicht blos ihre Verdauung, sondern sie verlieren auch ihre Körperkraft, werden bleich und wassersüchtig und gehen zuletzt an Auszehrung zu Grunde.

Nicht alle organischen Verbindungen unterhalten den Umsatz des lebenden Körpers in passender Weise. Die erste Bedingung der Nahrhaftigkeit bildet ihre Auflöslichkeit in den Körpersäften. Das rohe Stärkmehl wird nicht von den wäßrigen Lösungsmitteln des menschlichen Organismus bei der Temperatur seiner inneren Theile aufgenommen. Es geht aber durch sie in andere Formen oder Verbindungen, welche diese Eigenschaft besitzen, über und erhöht hierdurch die Fähigkeit, als Speise zu dienen. Die härteren verholzten Pflanzengebilde widerstehen mit mehr Kraft. Die dichten Pflanzentheile können daher den Darm eben so unversehrt durchlaufen, wie Kieselsteine, die nur wenig für das allgemeine Beste abgeben. 436

Essen wir jüngere Pflanzentheile, so werden meist ihre Zellenwände nach und nach aufgelöst. Sind sie dagegen mit festen Ligningebilden vermischt, so gehen diese nicht in Milchsaft oder Blut über. Der Organismus sondert sie ab und das Mikroskop weist ihre einzelnen Bruchstücke im Kothe nach. Er enthält daher die Ueberreste der harten Oberhaut, der Hülsen, der Spelzen und ähnlicher Pflanzenstücke, die wir in den Gemüsen verzehren. Die Excremente des Pferdes geben das Stroh, das durch den Magen eingeführt worden, zermalmt und ausgezogen zurück.

Sind nahrhafte Verbindungen in stark verholzten Hüllen eingeschlossen, so hindern diese deren Verdauung gleich einem hermetischen Ueberzuge. Kirsch- und Pflaumenkerne, die durch den After entleert werden, schließen daher noch ihr weiches Eiweiß und ihren Embryo wie im frischen Zustande ein. Die Natur benutzt sogar Umstände der Art zu anderen Zwecken. Sie läßt einzelne Vögel Samen an gewissen Orten verschlucken und an anderen in ihren Kothmassen entleeren und macht sie auf diese Weise zu lebenden Trägern der Keime der Gewächse.

Einzelne thierische Stoffe widerstehen mit gleicher Kraft den Verdauungssäften. Horngebilde, wie dicke Oberhautschichten, Haare, Nägel, Federn, Schuppen und ähnliche Theile, oder sehr kalkreiche Massen, wie Knochen, Zähne und harte Schaalen, besitzen diese Eigenschaft am häufigsten. Die Stärke, mit der sie ihren Zustand dem Organismus gegenüber behaupten, hängt nicht bloß von ihrer eigenen Mischung, sondern auch von dem Grade ihrer Verkleinerung, der Dauer des Aufenthaltes im Darm und der Natur der Verdauungssäfte ab. Es können daher ihre Verhältnisse, wie die der härteren Pflanzengebilde, mit Verschiedenheit der Personen und der Zustände wechseln. Durchfall und Ruhr führen häufig Theile, die noch der gesunde Körper bewältigt, in größeren Massen und unversehrt ab. 437

438 Wird aber auch eine Verbindung verflüssigt und dem Blute mitgetheilt, so entscheiden erst ihre übrigen Eigenschaften, welche Rolle sie in dem Organismus übernimmt, ob sie als wahre Nahrung wirkt, gleichgültiger den Körper durchsetzt oder ihn selbst giftartig zerstört. Wir werden später sehen, daß man meist noch nicht die Grundbedingungen, welche diese Fragen entscheiden, kennt. Die Erfahrung allein muß daher hier nach ihren zufälligen Ergebnissen leiten. Manche Verbindungen zerstören das Lebensspiel aller Geschöpfe. Andere dagegen können den Thätigkeitswechsel eines Wesens beeinträchtigen und den der übrigen unterstützen.

439 Soll eine verzehrte Masse dem Körper zum Nutzen gereichen, so muß sie ihm die Möglichkeit darbieten, den Bedarf seiner Organe und seiner Ausscheidungen zu decken. Verbindungen wie Fett, Proteinkörper, Harnstoff, Harnsäure, Kohlensäure, Wasser und gewisse Salze müssen aus ihr durch die dem Körper zu Gebote stehenden Hilfsmittel erzeugt werden können.

440 Die Mannigfaltigkeit der Stoffe, die das Leben auf solche Weise fodert, macht schon jede einseitige Nahrung unmöglich. Viele unserer Thätigkeiten bedürfen des Kochsalzes und anderer unorganischer Verbindungen. Sie allein können uns aber nicht auf die Dauer erhalten, weil dann die organischen Nebenergänzungen mangeln. Die bloße Nahrung von Zucker, Stärke und ähnlichen stickstofflosen Körpern genügt nicht, weil der Stickstoff und die Salze zum Ersatze fehlen. Selbst bloße Proteinkörper, wie Eiweiß und Faserstoff, oder andere stickstoffreiche Verbindungen, wie die Gallerte, bedürfen fremdartiger Zusätze. Ihre Bestandtheile decken zwar die stickstoffhaltigen, nicht aber alle nothwendigen stickstofflosen Ausgaben. Die Mannigfaltigkeit des Bedarfs macht daher eine **Mischung der Nahrung** unerläßlich.

441 Die zweckmäßige Einrichtung des Organismus, deren Wirkung wir als Instinkt zu bezeichnen pflegen, hat der Gefahr einer unpassenden Ernährung vorzubeugen gesucht. Unser Geschmack weist schon den anhaltenden Genuß einförmiger Speisen zurück. Liebt auch der Mensch das Süße, so wird ihm doch der fortgesetzte Gebrauch des Zuckers oder Syrups in höchstem Grade unangenehm. Sind Mahlzeiten von Stärke, Kartoffelbrei, Reis und ähnlichen Körpern mit keinem Zusatz von Fleisch, Salz oder Butter versehen, so bleiben sie fade und werden bald ekelhaft. Der Genuß reinen Speckes führt binnen Kurzem zu Uebelkeiten. Der anhaltende Gebrauch der gleichen Nahrung erzeugt nach einiger Zeit einen solchen Widerwillen, daß man ihr das Unpassendste vorzuziehen geneigt wird. Die Selbstverbesserung des Organismus leitet unser Gefühl, eine Nahrungsweise um so mehr zu lieben, je gemischter sie ist und je mehr ihre einzelnen Bestandtheile von Zeit zu Zeit wechseln.

442 Wir können den Character der Speisen von naturgeschichtlichem oder chemischem Standpunkte auffassen. Da die zwei organischen Reiche zur Erhaltung des lebenden Thierkörpers vorzugsweise benutzt werden, so haben wir **pflanzliche** oder **thierische Nahrungsmittel**. Beide führen aber **stickstofflose** und **stickstoffhaltige** Verbindungen.

Die Pflanzennahrung liegt dem Thierkörper ferner, als die thierische. Sie enthält viele Stoffe, wie die rohe Stärke, das Blattgrün und ähnliche Bestandtheile, die erst nach langer Verarbeitung dem Blute und den anderen Säften dienen können. Manche unerläßliche stickstoffreiche Verbindungen finden sich nur in ihr in verhältnißmäßig geringen procentigen Mengen. Die Masse des Eingeführten muß daher den Mangel an Concentration ergänzen. Diese ungünstigeren Bedingungen erklären die größere Länge und Weite des Darmes der Pflanzenfresser; und machen es begreiflich, weshalb die Natur die Fleischnahrung in geringerer Menge einzuführen braucht. Ein Fleischfresser wird noch dürftig durch Pflanzenkost längere Zeit hindurch erhalten. Die thierischen Speisen liegen aber dem Pflanzenfresser so fern, daß er sie nur in den seltensten Ausnahmen und unter besonderen, später anzuführenden Krankheitsverhältnissen aufsucht. 443

Ein Geschöpf, das beide organische Reiche zu seinem Nutzen verwenden kann, ist freier und selbstständiger, als ein Wesen, das auf eine einseitige Speisung angewiesen worden. Sollte der Mensch alle Punkte des Erdballs mit den Wirkungen seines Geistes, der Cultur befruchten können, so mußte er diesen Vortheil der Biegsamkeit seines Nahrungsbedürfnisses genießen. Er wurde daher der kleinen Abtheilung der Omnivoren eingereiht. 444

Greift auch der Unterschied der stickstofflosen und der stickstoffreichen Nahrungsmittel in den gesammten Haushalt des lebenden Körpers tief ein, so drückt er sich doch im Ganzen weniger in den Organisationsverhältnissen der Geschöpfe aus. Jedes Wesen bedarf in dieser Hinsicht einer Mischung von beiderlei Arten von Verbindungen. Sie müssen zusammen in das Blut übertreten und hier ihre ferneren Bestimmungen verfolgen. Es kann daher nur das Endziel, das sie erreichen, nach Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung wechseln. Die Ausscheidungskörper bilden deshalb die vorzüglichsten Merkmahle, an denen wir die Wirkungen der stickstofflosen oder stickstoffhaltigen Speisung erkennen. Bleibt jene rein, so ist sie nur im Stande, in Kohlensäure und Wasser aufzugehen oder sich in Fett umzuwandeln. Diese dagegen muß noch stickstoffreiche organische Rückstände, die im Körper bleiben oder durch den Harn austreten, übrig lassen. Die Perspiration und der Urin, die Fettablagerung oder die Vergrößerung der stickstoffreichen Gebilde, nicht aber eine stehende Einrichtung dieses oder jenes Apparates beurkunden das Uebergewicht ternärer oder quaternärer Nahrungsmittel. 445

Da stickstofflose Verbindungen nur Kohlensäure und Wasser oder Körper, die mit der Ausdünstung davon gehen, liefern, die stickstoffhaltigen dagegen die meisten Gewebe der thierischen Organe ernähren können, so hat man auch vorgeschlagen, jene Respirations- oder richtiger Perspirations-, diese dagegen plastische Nahrungsmittel [1]) zu nennen. Ausdrücke der Art führen jedoch leicht zu unrichtigen Vorstellungen. Die stickstoffhaltigen Körper liefern oft genug das Material für die nothwendige Bil-

[1]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Dritte Auflage. Braunschweig, 1846. 8. S. 120.

dung der Kohlensäure. Sie dienen daher eben so gut, als die stickstofflosen, zur Herstellung der Ausdünstungsgase. Es ist aber umgekehrt unwahrscheinlich, daß sich alle stickstofflosen Speisen nur in Kohlensäure und Wasser auflösen oder in Fett übergehen. Ein Theil von ihnen kann auch in Stoffe, die im Körper als beständige Gewebe bleiben oder mit den Harnverbindungen austreten, verwandelt werden.

446 Die vorzüglichsten stickstofflosen Verbindungen der Nahrungsmittel sind die verschiedenen Arten von Stärke und Zucker und die zwischen ihnen liegenden Mittelkörper, wie das Dextrin und das Gummi, die mannigfachen Fruchtsäuren, wie Kleesäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Essigsäure u. dgl., das Pectin und die Pectinsäure oder die frühere Pflanzengallerte, das Bassorin oder der Pflanzenschleim vieler Chemiker, die Oele und Fette der Gewächse, ein Theil der Harze, das Wachs und die Fettkörper der Thiere. Die stickstoffhaltigen Verbindungen, die wir genießen, umfassen das Eiweiß, den Faserstoff und den Käsestoff beider lebenden Reiche, den Kleber oder das unreine Satzmehl — lauter Namen, die nicht scharf geschiedene Körper bezeichnen, — viele Pflanzenbasen, wie Caffein, Thein, Amygdalin, und die mannigfachen Verbindungen, die in den einzelnen quaternären Pflanzen- und Thiertheilen vorkommen. Jede vegetabilische oder thierische Speise, die wir ohne Weiteres genießen, enthält stickstofflose und stickstoffreiche Körper neben einander. Jene herrschen in den Pflanzenmassen, diese dagegen in den Thiergebilden vor. Während die Gruppe der verschiedenen Kohlenhydrate (§. 373.) die Gaben, die uns das Gewächsreich darbietet, vorzugsweise charakterisirt, bilden die Fette die ausschließlichen stickstofflosen Massen, welche die Thiergebilde in der Form von Gewebtheilen enthalten.

447 Das Verhältniß, in dem die Aschen der organischen Körper zu deren feuerflüchtigen Verbindungen stehen, ist noch zu wenig untersucht, als daß hierauf die Eintheilung der Nahrungsmittel die gebührende Rücksicht nehmen könnte. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß dieser Punkt wichtige Verhältnisse, die uns noch größtentheils entgehen, bedingt.

Die Kohlenhydrate und die gewöhnlichen Fette führen gar keine Asche; die Proteinkörper und die ihnen verwandten Substanzen dagegen enthalten fast immer gewisse Mengen feuerfester Salze. Die Milch verdankt nicht bloß ihre kräftigende Wirkung ihrer passenden Mischung von Zucker, Fett und Käsestoff, sondern auch ihrem reichlichen Gehalt an Salzen, die der Organismus gebrauchen kann. Die Kunst muß vieles, was die Natur hier von selbst auf so zweckmäßige Weise verbunden hat, in anderen Speisen ersetzen.

Die folgende Tabelle giebt uns die Uebersicht einer Reihe der vorzüglichsten pflanzlichen und thierischen Nahrungsmittel. Die mit Sternchen bezeichneten Werthe rühren von mir, die übrigen von den in der letzten Columne genannten Forschern her. (Vergl. auch die Tabelle §. 395.)

Nahrungsmittel.	Procentig. Wassergehalt der frischen Masse.	Procentiger Gehalt des festen Rückstandes. Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff	Sauerstoff.	Asche.	Beobachter.
Kartoffelstärke . .	—	43,65	6,67	—	49,68	—	Berzelius und Liebig.
Rohrzucker . . .	*0,60	44,38	6,41	—	49,21	—	Dieselben.
Kartoffeln . . .	*75,40 *74,78	44,10	5,80	45,10		5,00	Boussingault.
Erbsen	16,00 *14,86 *14,99	42,55	6,43	46,87		4,15	Playfair.
Linsen	15,90	44,45	6,59	45,16		3,80	Derselbe.
Bohnen	14,11	44,52	6,80	44,36		4,32	Derselbe.
Schwarzbrot . .	*43,28 *45,96	45,09 45,41	6,54 6,45	35,12 34,89		3,25	Boeckmann.
Brot	45,00	39,00 ?	6,00	0,18	53,15	1,67	Philippi.
Rindsblut . . .	—	51,83 51,89	7,57 7,59	15,01 15,05	21,37 21,24	4,23	Playfair und Boeckmann
Rindfleisch . . .	*75,93	51,95 51,96	7,17 7,33	15,07 15,08	21,39 21,21	4,22	Dieselben.
Desgleichen . . .	—	52,61 53,09	7,11 7,23	15,38 16,31	24,42 23,85	—	Mulder und Adriani.
Kuhmilch . . .	—	54,60	8,60	4,00	27,90	4,90	Boussingault.
Schweineschmalz .	*2,41 *2,36	78,84	12,18	0,47	8,50	—	Saussure.
Desgleichen . . .	—	79,10	11,15	—	9,76	—	Chevreul.
Hammeltalg . .	*3,79	79,00	11,70	—	9,30	—	Derselbe.
Baumöl	—	76,15	13,36	—	10,49	—	Saussure.

Das Fleisch und die Kartoffeln führen hiernach in rohem Zustande ¾, und das Brot mehr als die Hälfte seines Gewichtes Wasser mit sich. Diese Größe sinkt in den trockenen Hülsenfrüchten auf ⅕ bis ⅙ des Ganzen. Sie beträgt dagegen im Durchschnitt ungefähr 72,8% in den Pflaumen, 81,6% in den Kirschen, 82,1% in den Pfirsichen, 83,8% in den Stachelbeeren, 85,3% in den Apricosen und selbst nach John 97,14% in den Gurken. Diese Pflanzengebilde dienen deshalb auch häufig zur Stillung des Durstes.

Eine ausführliche Zusammenstellung der älteren und zum Theil unsicheren Analysen der Nahrungsstoffe findet sich in: Liebig's Thierchemie und ihre Gegner, ein vorzüglich für praktische Aerzte berechneter ausführlicher Commentar zu dessen physiologischen, pathologischen und pharmakologischen Ansichten. Nach dem Englischen des Henry Ancell bearbeitet von A. W. Krug. Pesth, 1844. 8. S. 74 fgg. Eine sehr gelehrte Beschreibung der verschiedenen Nahrungsmittel und der Merkmahle derselben giebt Fr. Tiedemann in seiner Physiologie. Bd. III. S. 115 — 213. Vergl. auch C. H. Rosenberg, des Leibes und der Seele vollständige Gesundheits- und Erziehungslehre. Wien, 1846. 8. S. 236. fgg.

Das gewöhnliche Trinkwasser in Bern führt $\frac{1}{20}$% festen Rückstandes. Kaffee, Thee, Bier, Wein und ähnliche Getränke enthalten natürlich mehr dichte Stoffe, die in ihren Flüssigkeiten aufgelöst oder mechanisch vertheilt sind. Eine kräftige filtrirte Fleischbrühe giebt ungefähr 1½ % dichten Rückstandes.

448 Zubereitung der Nahrungsmittel. — Verläßt nur der Mensch seinen ursprünglichen Naturzustand, so benutzt er auch seine Fähigkeiten, die Speisen und die Getränke mit passenden Zusätzen zu versehen und in geeigneter Weise vorzubereiten. Der Gaumenkitzel leitet ihn hierbei als nächster Beweggrund. Die Uebereinstimmung aber, welche häufig die Foderungen der Instinkte und die des Organismus darbieten, kehrt auch in diesem Falle wieder. Die meisten Bemühungen der Kochkunst dienen zur Erleichterung der Verdauung der Nahrungsmittel. Nur ein übermäßiges Streben nach außerordentlichen Leistungen kann das Hauptziel verfehlen und die Gesundheit auf Kosten des Genusses gefährden.

449 Die Zusätze bilden die einfachste Verbesserungsweise. Der Zucker, den wir auf Himbeeren oder Erdbeeren streuen, soll die Pflanzensäuren, welche diese Früchte enthalten, abstumpfen und der Wein, mit dem wir sie übergießen, ihre Magenverdauung erleichtern. Die Vermischung des zähen Austernfleisches mit Citronensaft, das Salzen des Fleisches, der Häringe, der Sardellen und anderer Seefische, der Gebrauch scharfer oder sauerer Verbindungen bei dem Genuß des zähen ausgekochten oder geräucherten rohen Fleisches hat den gleichen Zweck. Die Essigsäure des Essigs kann die Säure des Magensaftes unterstützen und die Magenschleimhaut zu höherer Thätigkeit anregen, der Pfeffer, der Senf und andere scharfe Substanzen den letzteren Zweck ausschließlicher verfolgen.

450 Manche Zusätze beziehen sich auf tiefer liegende physiologische Gründe. Nur eine gewisse eng eingeschlossene Grenze des Umsatzes bietet der Verdauung die günstigsten Bedingungen dar. Schreiten die Speisen in ihrer Selbstzersetzung weiter fort, so hat leicht ihre Verarbeitung die schädlichsten Folgen. Das Kochsalz, das wir so häufig gebrauchen, erfüllt jene Foderung am pünktlichsten. Es hält das Fleisch auf der nöthigen Stufe seiner Entmischung zurück und liefert überdieß eine bestimmte Menge von Natron, die der Organismus für seine Galle brauchen kann. Diese Eigenschaften machen es nicht bloß zu einer der beliebtesten Würzen des Menschen, sondern auch zu einem passenden Zusatzmittel der Nahrung der Thiere, vorzüglich der Pflanzenfresser. Schwach gesalzenes Wasser macht das Fleisch weicher und schmackhafter, als destillirtes Wasser. Eine starke Kochsalzlösung dagegen härtet es, läßt aber nach Chevreul die Gemüse nachgiebiger werden.

451 Die Beimischung der Oele stützt sich ebenfalls auf tiefere physiologische Verhältnisse. Es ist kein Zufall, daß wir stärkmehlreiche Massen wie Kartoffeln, Brod, Reis und Mehlspeisen überhaupt, mit Butter oder Fett vermischt verzehren. Der fade Geschmack, den diese Nahrungsmittel für sich haben, ließe sich auch durch andere Würzen entfernen. Die Anwesenheit der Oele erleichtert aber den Uebergang der Kohlenhydrate in Fett. Sie brauchen dann nicht unversehrt mit dem Kothe davonzugehen oder unmittelbar zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen, sondern können in Fettgewebe, das sich im Körper absetzt oder anderen Zwecken dient, verwandelt werden.

452 Das Kochen mit Wasser soll die in dieser Flüssigkeit löslichen Bestandtheile von den übrigen Verbindungen trennen. Die hierdurch erhaltene Suppe[1]) kann dann ohne Weiteres von dem Blute aufgenommen werden. Ersetzt sie nur an Menge, was ihr an Dichtigkeit abgeht, so ernährt sie leichter und kräftiger. Die Fette, die in sie ausschmelzen, gewähren nicht diese Vortheile. Sie müssen, wie wir später sehen werden, die besondere Thätigkeit des Darmes in Anspruch nehmen. Die künstliche höhere Wärme, in der sie sich befinden, erspart nur dem Organismus die Schmelzung, die er sonst mittelst seiner Körperwärme vornehmen müßte. Da aber erst die Fettmassen in den dünnen Gedärmen aufgenommen werden, so verliert dieser Vortheil viel von seiner Bedeutung. Denn die Temperatur unserer Eingeweide muß die Oele, bis sie in den Dünndarm gelangen, flüssig erhalten.. Ein Verdauungskranker eignet sich daher leicht die Gallerte und die Salze der Suppe an, entläßt aber wieder im Kothe einen Theil des genossenen Fettes.

453 Werden die Nahrungsmittel durch das Kochen mit Wasser löslicher gemacht oder in leichter aufnehmbare Verbindungen verwandelt, so gewinnen oft auch die festen Rückstände durch diese Vorbereitung. Pflanzengebilde, die schleimig werden, und thierische Gewebe, die sich in Leim verwandeln, sind dann genießbarer. Manche Fleischarten erlangen auf diese Art eine größere Nachgiebigkeit. Gerinnt dagegen das Eiweiß, das sie enthalten, in höherer Wärme, so wird der Rückstand auf Kosten des Wasserauszuges geopfert. Er muß einer neuen Operation der Kochkunst unterworfen oder in Verbindung mit scharfen reizenden Zusätzen, wie Senf, verzehrt werden, um ohne Schaden die Verdauungswege zu durchsetzen. Die Greñze des Zweckmäßigen ist übrigens hier, wie das Rindfleisch am besten lehrt, so schmal, daß sie leicht bei der größten Aufmerksamkeit überschritten werden kann.

454 Eine passend eingeleitete Selbstzersetzung der Nahrungsmittel bildet die Hauptstütze der Verdauung. Viele unserer künstlichen Vorbereitungen suchen schon diese Processe in den Speisen, ehe sie in den Körper gelangen, anzuregen. Die festen Theile werden zu diesem Zwecke in Gährung versetzt, halb angebrannt oder mit empyreumatischen Stoffen durchtränkt. Das Backen des Brotes, das Schmoren des Fleisches und das Räuchern der verschiedenen thierischen Theile erfüllt diese Zwecke.

Der Sauerteig und die Hefe, die zur Bereitung des gegohrenen Brotes dient, entbindet kohlensaueres Gas als ferneres Zersetzungsproduct der Stärke oder des Zuckers. (§. 380.) Die einzelnen Blasenräume dieses Nahrungsmittels erzeugen sich auf diese Weise. Ist es dann aufgegangen, so wird es hierdurch leichter verdaulich. Das sogenannte ungesäuerte Brot, das dieser Selbstzersetzung in geringerem Grade unterliegt, widersteht daher auch in stärkerem Maaße den Darmsäften.

---

[1]) Eine Darstellung der einzelnen Veränderungen, die das Bereiten der Fleischsuppen nach sich zieht, giebt Chevreul in den Nouvelles annales du muséum d'histoire naturelle. Tome I Paris, 1832. 4. p. 299—309.

Die chemischen Veränderungen, die das Schmoren, Braten oder Räuchern nach sich zieht, sind bis jetzt weniger bekannt Die Durchdringung mit empyrenmatischen Stoffen schützt die getrockneten Substanzen vor der rascheren Selbstzersetzung, die sie sonst an der Luft erleiden. Das absichtliche Anbrennen der mit Fett versehenen Speisen trägt wahrscheinlich viel dazu bei, die Verdauung der Gesammtmasse zu erleichtern.

455 Ein Theil unserer künstlichen Getränke, wie Kaffe, Thee, Chocolade, bildet bloße heiße Aufgüsse von aromatischen oder anderen Substanzen, die in höherer Wärme gewisse wohlschmeckende oder wirksame Körper an die Flüssigkeit abgeben. Gegohrene Massen dagegen, wie Wein, Bier, Branntwein und ähnliche Mischungen, locken durch den Weingeist und durch manche gewürzähnliche Nebenkörper, die sie enthalten. Der Geruch des Weines rührt nach der Annahme der Chemiker von einer eigenen Aetherart, dem önanthsaueren Aethyloxyd, die Würze des Biers von dem Gährungsgrade des Malzes und den Zusatzstoffen des Hopfens her. Der Weingeistgehalt der verschiedenen, reinen oder verfälschten Weine schwankt ungefähr von 11,8 (weißer Champagner) bis 24,9 (Portwein) Volumenprocente. Das Bockbier [1]) führt 3,92 und englisches Ale 8,8% Alkohol.

Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Speisezusätze und Getränke findet sich wiederum in Fr. Tiedemann, Physiologie. Bd. III. S. 228 — 359.

456 Entziehung der Nahrung. — Ein gesunder erwachsener Mensch kann kaum länger, als 21 Tage ohne alle Speise und Trank aushalten. Die oft erzählten Beispiele monate- oder jahrelangen Hungerns beruhen meist auf absichtlicher Täuschung. Frauen und Mädchen, die an hysterischen Beschwerden leiden, unterziehen sich bisweilen manchen Unbequemlichkeiten, um sich als Gegenstand des Staunens oder des Mitleids geltend zu machen. Scheuen sie selbst hierbei nicht die Schmerzen, welche künstliche Geschwüre oder das anhaltende Einstechen von Nadeln nach sich ziehen, so unterwerfen sie sich um so leichter dem wohlfeilen Mittel des scheinbaren Hungerns, um ihre eigenen Zwecke zu erreichen oder den Absichten Anderer zu dienen.

457 Die vollkommene Entziehung der Nahrungsmittel belästigt den Erwachsenen weniger, wie Kinder oder sehr alte Leute. Kräftige Frauen können sie im Durchschnitt leichter, als Männer ertragen. Störungen der Verdauungswerkzeuge zwingen bisweilen den Kranken, längere Zeit zu hungern oder sich mit den kleinsten möglichen Mengen von Nahrung zu erhalten.

Nimmt ein Mensch keine festen Speisen, befriedigt aber seinen Durst nach Belieben, so kann er hierdurch viel längere Zeit sein Leben erhalten. Beispiele, in denen dann erst der Tod in 6 bis 8 Wochen erfolgte, gehören nicht zu den Seltenheiten. Eine Frau soll sogar 78 Tage lang Nichts als Wasser mit etwas Citronensaft zu sich genommen haben.

---

[1]) C. Arndt, De cerevisiae praeparatione et usu. Vratislawiae, 1845. 8. pag. 24. Vergl. Tiedemann a. a. O. S. 324.

458 Erhält der Mensch keine Nahrungsmittel, so meldet sich anfangs der Hunger in immer stürmischerer Weise. Dieser steigert sich bald zu dem Gefühle von Nagen und Brennen im Magen und geht in wahre Magenkrämpfe in nervenschwachen Personen über. Die Begierde zum Essen oder Trinken verstärkt sich immer mehr. Die zunehmende Vertrockenung der Oberflächen der Mundrachenhöhle macht den Schleim, der sie überzieht, zäher; die Theile kleben leichter an einander und bewegen sich schwerer; es erzeugt sich ein eigenes Gefühl von Rauhigkeit im Halse; anhaltendes Sprechen und Singen werden aus diesem Grunde unmöglich. Der üble Geruch des Athems verräth den Mangel, an dem der Mensch zu leiden anfängt.

Hat der Hunger seine größte Höhe erreicht, so sinkt die Empfindung des Speisebedürfnisses und schwindet oft gänzlich, um nach einigen Stunden und oft erst am folgenden Tage mit erneuerter Heftigkeit wiederzukehren. Die Kolikschmerzen und die Gasentwickelung im Darme, die häufig schon früher vorhanden waren, treten zurück oder erscheinen nur in einzelnen periodischen Anfällen. Manche Menschen leiden an Kopfschmerz, Erbrechen und Ohnmacht. Die Nichtbefriedigung der Bedürfnisse giebt sich in Anderen durch eine ärgerliche Gemüthsstimmung kund. Der Körper ermattet; die geringsten Bewegungen strengen in ungewohntem Grade an. Mahnt nicht der Hunger zu heftig, so meldet sich bald die Neigung zum Schlafe, der jede unangenehme Empfindung für den Augenblick beseitigt und die Ausgaben des Körpers durch die Ruhe spart. Das Schwächegefühl verliert sich übrigens nicht immer sogleich nach dem Essen. Hat ein Mensch 24 Stunden gefastet, mußten schon seine Körperorgane einen beträchtlichen Theil des unabweislichen Aussonderungsverlustes decken, so fodert auch die völlige Wiederherstellung eine gewisse Dauer der Verarbeitung der von Neuem dargebotenen Stoffe. Personen, die einen Tag fasteten und Abends nach Belieben aßen, haben deshalb oft noch nicht ihre gewöhnlichen Kräfte am folgenden Tage wiedererlangt.

459 Macht sich die Entziehung der Nahrung allgemeiner geltend, so erblaßt die Haut; es entstehen blaue Streifen unter den Augen; der Gesichtsausdruck wird matt und verräth ein gewisses inneres Leiden. Das Auge verliert seine Lebhaftigkeit und der Geist seine Regsamkeit; geringes Nachdenken verursacht Kopfschmerz und Eindrücke, die sonst lebhaft anregen, haben eine nur vorübergehende oder gar keine Wirkungen. Die Schleimhaut der Mundrachenhöhle röthet sich; Urin und Stuhlgang werden sparsamer. Uebelkeit, Magendrücken, Kollern im Leibe, Kleinheit und Schwäche des Pulses, Heiserkeit, eine auffallende Wärme des Athems, Neigung zu Frösteln und Ohnmachten, Apathie des Geistes, Unruhe des Schlafes und schreckhafte Traumbilder gesellen sich früher oder später zu jenen ersten Beschwerden des Fastens. Die Zeit, in der sie eintreten, und der Grad, in welchem sie den Menschen belästigen, hängt von den übrigen Kräfte- und Reizbarkeitszuständen ab.

460 Wird der Hunger noch nicht befriedigt, so meldet er sich immer heftiger, beschäftigt allein das ganze Denken des Leidenden und unterdrückt

alle anderen Triebe und jede Abneigung, die sich sonst in regelrechten Verhältnissen gegen einzelne Substanzen zu erkennen giebt. Der Mensch füllt nicht bloß seinen Magen mit Dingen, wie Erde oder Steine, die ihn nicht nähren können, oder verzehrt organische Stoffe, wie Leder, Holz und ähnliche Körper, die er sonst mit Recht verschmäht, sondern greift auch nach Gegenständen, von denen ihn im gesunden Zustande Ekel und andere Rücksichten zurückhalten. Kann er sich nicht mit widerlichen Geschöpfen, wie Mäusen oder Ratten sättigen, so verschmäht er oft nicht den Urin und die Excremente, die von ihm oder Anderen abgehen. Er beißt sich aus dem Arme Fleischstücke, um sie zu verzehren und tödtet selbst seinen Nebenmenschen, um dessen Leiche zum Mahle zu benutzen. Diese Ausbrüche der Leidenschaft bedürfen dann nur eines kleinen Schrittes, um in Wahnsinn oder in völlige Geistesschwäche überzugehen.

461 Der Körper magert indeß in höchstem Grade ab. Alles Fett, bis auf das der Augenhöhle und der Wangen, das zu mechanischen Zwecken unerläßlich ist, schwindet dahin. Die Muskeln werden zarter, mürber und verlieren oft ihre hellrothe Färbung. Die Blutmenge und die Körperwärme sollen sich nach den Angaben einzelner Forscher gleichzeitig vermindern. Der Herzschlag verlangsamt sich; der Puls wird kleiner und leerer. Alle Absonderungen vermindern sich und enthalten weniger Wasser, als gewöhnlich. Die Perspiration sinkt. Der üble Geruch und die Wärme des Athems nehmen eher zu, als ab; der Koth geht seltener und in sparsameren Mengen davon. Der Mensch athmet rascher und ungleich, redet mit heiserer matter Stimme, gähnt häufig und kann sich kaum noch bewegen oder sinkt nach den geringsten Anstrengungen ermüdet hin. Seine Sinne sind reizbarer, als gewöhnlich. Eindrücke mittleren Grades schmerzen schon und rufen oft Täuschungen, wie wir sie in der Fieberhitze oder in Wahnsinnigen antreffen, hervor. Der Geist, der im Anfange nur an die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses dachte und in seinem Mißmuthe manche ungewöhnliche Handlungsweise anregte, versinkt immer mehr in Gleichgültigkeit. Selbst der Durst, der noch heftiger, als der Hunger quälte, schweigt endlich in jenem apathischen Zustande. Der jetzt leisere und unruhigere Schlaf erquickt den Unglücklichen nicht mehr. Irrereden und nicht selten schwache Krämpfe begleiten endlich das allmählige Verlöschen der Lebensflamme, die keine Speisung von außen empfängt und nicht mehr ihren Unterhalt in dem Organismus selbst finden kann.

462 Läßt man Säugethiere oder Vögel verhungern, so schwindet ihre Reizbarkeit kurze Zeit nach dem Tode. Die sehr abgezehrten Leichen besitzen so wenig Fett als möglich und haben meist blassere und mürbere Muskeln. Der zusammengezogene Magen führt nur wenig Schleim oder Galle. Der oft verengte Darm enthält einzelne halbweiche gelbliche Breimassen und die zusammengezogene Blase nur wenig Urin. Die meisten inneren Körpertheile sind klein und welk. Herz und Gefäße schließen wenig Blut, die Saugadern dagegen mehr Lymphe ein. Alle Körpergebilde werden noch reichlich von Wasser durchtränkt, und unterliegen schnell den Wirkungen der Fäulniß.

Es ist noch nicht ermittelt, wie lange das Leben dauert, wenn alle Wasserzufuhr mangelt, der Genuß völlig ausgetrockneter Speisen dagegen gestattet ist. Da der Feuchtigkeitsersatz ein dringenderes Bedürfniß, als die Zufuhr fester Stoffe bildet, so tritt dann wahrscheinlich der Tod früher ein, als wenn dichte Nahrungsmittel verweigert, Getränke aber genommen werden. Ist nur der Mensch, wie dieses auf dem offenen Meere vorkommt, auf den Genuß lufttrockener Speisen angewiesen, so geht er ebenfalls nach längerer Zeit zu Grunde. Die Feuchtigkeit, die seine Nahrung enthält, reicht nicht hin, seine Wasserausgaben zu decken. Aeltere Erfahrungen lehren, daß dieser Zustand länger als 14 Tage ausgehalten werden kann. 463

Der Durst quält dann den Darbenden in höchstem Grade und zieht alle schon früher erwähnten Uebelstände nach sich. Die Gebilde der Mundrachenhöhle vertrocknen immer mehr, entzünden sich endlich und gehen bisweilen selbst in Brand über. Das Schlucken, Sprechen und Singen wird immer beschwerlicher, die Athembewegung rascher und unregelmäßiger, der Athem selbst heißer, die Absonderungen sparsamer und dichter und der Harn röther. Der Mensch entleert im Anfange harte und wasserarme Kothmassen und leidet später an anhaltender Verstopfung. Die Muskeln, die Sinne und das Gehirn werden in der Folge in ähnlicher Weise, wie bei Verhungernden ergriffen, bis endlich der Tod das völlig ermattete Leben ablöst. 464

Säugethiere, wie Hunde und Pferde, die auf solche Art zu Grunde gegangen, lieferten den Beweis, daß nicht erst der Stillstand der Lebensthätigkeiten die vollkommene Vertrocknung der Organe abwartet. Das Bauchfell und die Schleimhaut der ersten Verdauungswege zeigte häufig Erscheinungen der Entzündung oder selbst des Brandes. Das Blut, die Galle, der Harn und sogar die festeren Körpertheile führten weniger Wasser als gewöhnlich. Die feinsten Gefäße des Gehirns und Rückenmarks waren an einzelnen Stellen mit übermäßigen Blutmengen angefüllt. 465

Erhalten sich Menschen oder Thiere durch Nahrungsmittel, die nicht ihre nothwendigen Körperausgaben decken können, oder führt eine unvollkommene Verdauung oder Ernährung zu dem gleichen Ergebniß, so gehen sie an ähnlichen Erscheinungen, wie Verhungerte zu Grunde und sterben, wie man sich ausdrückt, an Inanition. Der unpassende Ersatz des Verlornen schiebt nur die Zeit der Lebensvernichtung hinaus oder bedingt einzelne Nebenerscheinungen, die nicht bei vollkommener Nahrungsentziehung aufzutreten pflegen. 466

Wird ein Hund mit Fettmassen gefüttert, so nimmt er die reichlichen Oelmengen in sein Blut auf und scheidet den Theil derselben, den der eingeathmete Sauerstoff nicht verbrennen kann, in das Zellgewebe der Organe ab. Während aber das Thier fetter wird, müssen seine Muskeln und andere stickstoffreiche Gebilde den nöthigen Stickstoffbedarf decken. Der Körper nimmt zwar an Umfang zu. Allein die Kräfte ermatten nichts desto weniger, die wesentlichsten Werkzeuge zehren ab und der Hund stirbt, wenn endlich der fortwährende Stickstoffverlust die Grenzen des 467

möglichsten Widerstandes überschritten haben. Da ein Theil des Fettes im Körper ranzig wird, so verbreitet die Ausdünstung dieser Geschöpfe einen unangenehmen Geruch, der sie bisweilen schon von fern kenntlich macht.

468 Eine unzweckmäßige und einseitige Ernährung mit stickstoffhaltigen oder stickstofflosen Speisen, wie mit Faserstoff, Gallerte, Stärke, Zucker und ähnlichen Verbindungen zehrt ebenfalls nach kürzerer oder längerer Zeit ab. Fehlt es an den Mitteln zur Bereitung der Kohlensäure, so wird alles zu Gebote stehende Fett angegriffen. Mangelt dieses, so werden auch stickstoffreiche Gebilde zu dem gleichen Zwecke verwandt. Wollte man aber so viel Proteinkörper in den Organismus einführen, daß dadurch aller Kohlenstoff, der zur Kohlensäurebildung nöthig ist, gedeckt würde, so übersteigt dieses die Kräfte der Verdauungswerkzeuge. Sie können nicht so viel verarbeiten, das Blut ist nicht im Stande, solche Mengen auf ein Mal umzusetzen, daß aller überflüssige Stickstoff als Harnstoff abgeschieden wird. Eiweiß, Faserstoff und Gallerte, die ohne Fett ausschließlich als Nahrung dienen, untergraben dann eben so gut das Leben, wie stickstofflose Körper, die einen der Hauptstoffe der unerläßlichen Körperausgaben unberücksichtigt lassen.

469 Die Blutmasse scheint sich in solchen Fällen wesentlich zu ändern. Schlecht genährte Menschen erhalten ein blasses, krankes Aussehen, werden zu Schleimflüssen, Wassersuchten, Geschwürsbildungen und skorbutischer Zersetzung geneigt und siechen nicht selten an inneren Vereiterungen dahin. Hunde, die nichts als Zucker zur Nahrung erhalten, leiden bisweilen an Entzündung und Vereiterung der Bindehaut, einer Erscheinung, welche in der Regel auch die Zerstörung mancher Nervengebilde, wie des dreigetheilten oder des obersten Halstheiles des sympathischen Nerven begleitet.

470 Soll wieder der Gesundheitszustand durch die Verabreichung geeigneter Nahrung hergestellt werden, so darf man nur mit kleinen Mengen beginnen und erst allmählig die Massen, die man dem Organismus darbietet, erhöhen. Hat der Körper eine Zeit lang alle Nahrung vermißt oder nur unzureichende Speisen empfangen, so wird jeder plötzliche Uebergang das matte Räderwerk in Unordnung bringen. Leicht verdauliche, aber sehr nahrhafte Verbindungen eignen sich daher allein, die Thätigkeit der Ernährungswerkzeuge zu ihrer früheren Höhe zurückzuführen.

Die Entziehung der Speisen ist eines der größten diätetischen Mittel, die dem Arzte zu Gebote stehen. Sie bildet den kräftigsten Bundesgenossen aller praktischen Methoden, die sich in Nichtsthun gefallen oder, wie die Homöopathie, ihre Jünger und die vertrauensvollen Laien mit dem Scheine der Verabreichung sehr kleiner Gaben täuschen.

Der Instinkt schreibt schon in Krankheiten die Enthaltsamkeit vor. So heftig auch ein Fieberpatient durstet, so wenig sehnt er sich nach irgend festerer Nahrung, welche die ohnedieß zu schneller Abscheidung geneigte Blutmasse beschweren würde. Hat sich ein Mensch den Magen verdorben, so mangelt ihm in der Regel aller Appetit. Stellt sich auch bei ihm Hunger ein und glaubt der Kranke selbst größere Massen von Speisen nöthig zu haben, so ist doch bald sein Trieb mit Wenigem befriedigt.

Die Hungerkur dient häufig, eine andere Richtung den Körperthätigkeiten zu verleihen. Zehrt hier der Organismus aus seiner eigenen Masse, so nimmt er bisweilen fremdartige und unpassende Stoffe auf und verwendet sie für seine Ausscheidungen. Ge-

schwülste können sich auf diesem Wege verkleinern und allgemeine Leiden, wie Lustseuche, Skrophelbeschwerden oder hartnäckige Ausschläge bessern. Der Gebrauch von Metallpräparaten, vorzüglich von Quecksilber, das die Menge des ausgesonderten Speichels vergrößert, unterstützt dann oft die Entleerung der unpassenden Verbindungen, und begünstigt zugleich die Verbesserung, welcher der von ihnen befreite Organismus von selbst einleitet.

Die von den Alten häufig angewandten Durstkuren werden jetzt mit Unrecht weniger in Gebrauch gezogen. Sie dürften nicht selten die Heilversuche, die wir bei Wassersuchten oder anderen unpassenden Ablagerungen vornehmen, fördern. Künstliche Wasserentleerungen durch harntreibende, schweißerregende oder abführende Mittel stehen immer noch neben ihr zu Gebote.

Soll die fortdauernde Entziehung des nothwendigen Unterhaltes segenreich wirken, so muß sie eine gewisse Kraft des Organismus voraussetzen können. Personen, die zu Abzehrung, Schwindsucht und ähnlichen Leiden geneigt sind, unterliegen bisweilen solchen Versuchen oder erholen sich in der Folge so unvollkommen, daß sie nur noch mit Mühe eine Zeit lang ihr Leben erhalten.

471 Uebermäßige Nahrungsaufnahme. — Da sich der Magen gleich einem elastischen Behälter in bedeutendem Grade auszudehnen vermag, so kann ihn die Unmäßigkeit mit einer weit größeren Menge von Nahrungsstoffen, als nöthig ist, überladen. Die Füllung wird nur sehr selten so lange fortgesetzt, daß der Magen berstet oder von der Speiseröhre abreißt. Die Unbequemlichkeit, welche die übermäßige Spannung desselben verursacht, der Widerstand, den er der Einathmungsthätigkeit des Zwerchfelles entgegensetzt, und der Druck, mit dem er seine Nachbareingeweide belästigt, mahnen den Menschen zum Aufhören. Die Selbsthilfe des Erbrechens verhütet überdieß oft die Nachtheile der allzugroßen Ausdehnung.

472 Hat der Magen zu viel aufgenommen, so treibt er die Oberbauchgegend auf, erzeugt das Gefühl von Völle und Druck und beschränkt alle irgend tieferen Einathmungsbewegungen. Der Mensch kann dann nicht recht singen, schreien oder laufen und ist in sitzender nach vorn gebogener Stellung beengt. Die unvollständigere Füllung der Lungen beschränkt die Umwandlung des Blutes und ändert leicht den Herz- und den Pulsschlag. Einzelne Gase oder selbst kleine Mengen von flüssigeren Stoffen entleeren sich durch Aufstoßen. Der Körper wird matter, zum Schlafe geneigter; es erzeugen sich leicht regelwidrige Blutanhäufungen in dem Gehirn oder den Lungen. Personen, die hierzu geneigt sind, können daher in solchen Zuständen von Schlagfluß oder Blutsturz befallen werden. Entledigt sich nicht der Magen seines Ueberschusses durch Erbrechen oder hat er nicht Kraft genug, die Gesammtmasse der eingeführten Speisen zu bewältigen, so wird er verdorben. Es erzeugt sich eine Indigestion oder ein Gastricismus, der bald zu der Höhe eines gastrischen Fiebers steigen kann. Die leckeren Römer nahmen daher Brechmittel in der Mitte ihrer Mahlzeiten. Die heutige Kochkunst sucht dem Magen durch scharfe sauere oder gewürzhafte Zusätze, durch anregende Weine oder weingeisthaltige Getränke anderer Art zu Hilfe zu kommen.

Ist der Verdauungsproceß durch Diätfehler gestört worden, so belegt sich die Zunge. Der Mensch verliert den Appetit, hat einen bitteren Geschmack im Munde, findet Alles, was er genießt, fade und einförmig, leidet an Aufstoßen, Erbrechen, Kolik und Durch-

fall, fühlt sich matt und abgeschlagen, und verfällt nicht selten in ein Fieber, das sich in mäßigen Grenzen halten oder die edelsten Organe des Körpers in ihren Thätigkeiten stören kann. Machen die übrigen Verhältnisse zu herrschenden Krankheiten geneigt, so vermag ein Diätfehler ein Wechselfieber, ein Nervenfieber, einen Anfall von europäischer oder asiatischer Cholera und von Ruhr nach sich zu ziehen.

473 Der Zustand der Verdauungswerkzeuge bestimmt natürlich die Menge und die Beschaffenheit der Speisen, die ein Mensch vertragen kann. Die natürliche Anlage und die Gewohnheit bilden hier zwei Grundverhältnisse, welche die Aufstellung allgemeiner Normen hindern.

Die Chemie kann oft nicht die Gründe, die einzelne Nahrungsmittel schwerer verdaulich machen, angeben. Melonen und Weintrauben verderben leichter, als Kirschen, Pflaumen, Birnen, Aepfel oder Apricosen. Der Wassergehalt, die Art, ob die Pflanzensäuren frei oder in gebundenem Zustande vorhanden sind, und die Natur der organischen Nebenkörper üben in dieser Hinsicht die wesentlichsten Einflüsse aus. Das Fleisch wirbelloser Geschöpfe, wie der Krebse oder der Austern, und das der niederen Wirbelthiere, wie der Fische und der Frösche, wird im Allgemeinen schwerer, als das der Säugethiere bewältigt. Jene enthalten wahrscheinlich minder lösliche Proteinkörper, als diese. Die fetten und zum Theil dichteren Muskelmassen der Vögel werden eher schädlich, als die der Säugethiere. Alte Geschöpfe eignen sich im Allgemeinen ihrer Zähigkeit halber weniger, als junge, die Verrichtungen des Magens zu erleichtern.

Die Analysen der verschiedenen Fleischarten, die Schloßberger [1]) und von Bibra [2]) geliefert haben, können noch keinen sicheren Anhaltspunkt liefern. Stellen wir uns die Mengen, welche diese Forscher für die unlösliche Fleischfaser, die Gefäße und die Nerven, das lösliche Eiweiß, das Fett und das Wasser gefunden haben, zusammen, so kann uns ein einfacher Ueberblick der Zahlenwerthe lehren, daß keiner derselben dem Verdaulichkeitsgrade der einzelnen Nahrungsmittel entspricht. Es ergiebt sich hiernach:

Fleischart.	Procentige Menge von				Beobachter.
	Wasser.	Unlöslichem Faserstoff, Gefäße u. Nerven.	Löslichem Eiweiß.	Fett.	
Kalb	79,7 - 78,2	15—16,2	3,2—26	—	Schloßberger.
Desgleichen . . .	78,06	14,94	1,29	—	v. Bibra.
Ochse	77,5	17,5	2,2	—	Schloßberger.
Desgleichen . . .	77,60	15,43	1,99	—	v. Bibra.
Schwein	78,3	16,8	2,4	—	Schloßberger.
Reh	78,3	18,0	2,3	—	Derselbe.
Desgleichen . . .	74,63	16,81	1,94	1,3	v. Bibra.
Huhn	77,3	16,5	3,0	—	Schloßberger.
Taube	76,0	17,0	4,5	—	Derselbe.
Desgleichen . . .	74,23 — 76,46	12,80 — 17,29	1,10 — 3,21	2,86	v. Bibra.
Frosch	80,43	11,67	1,86	0,10	Derselbe.
Karpfen	79,78	11,31	2,35	1,11	Derselbe.

[1]) J. E. Schlossberger, Vergleichende chemische Untersuchungen über das Fleisch verschiedener Thiere. Tübingen, 1840. 8. S. 5—55.

[2]) J. F. Heller's Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie. Wien, 1846. 8. S. 72 — 83.

Das in Leim verwandelbare Zellgewebe ist hierbei oft zu dem Faserstoff und der Farbestoff der Muskeln zu dem Eiweiß gerechnet.

474 Führt nur ein Getränk keine schädlichen Stoffe, so wird sein übermäßiger Genuß nicht nachtheilig. Alle Flüssigkeit geht leicht ins Blut über und verläßt von hier aus den Körper auf den Wegen der Ausdünstung, des Harnes und bisweilen auch des Schweißes. Wird der Magen in Anspruch genommen, so ist es nur die Ueberfüllung oder die Masse der festen Körper, die dem Tranke beigemischt sind oder erst aus ihm durch den Magensaft niedergeschlagen werden. Das Erbrechen entleert auch hier häufig das Ueberflüssige. Rufen aber die dichten Stoffe schädliche Folgen hervor, so gleichen diese in jeder Hinsicht den Nachtheilen, welche feste Nahrungsmittel veranlassen können.

Trinkt ein Thier viel, so steigt bald der Wassergehalt seines Blutes. Dieses enthielt nach C. H. Schultz 84% Wasser in einem Ochsen, der Mehl mit Salz und viel Getränk erhalten hatte. Blieb denn das Thier 24 Stunden ohne flüssige Nahrung, so sank der Werth auf 77,5%. Ein zweiter Fall der Art ergab in nüchternem Zustande 78,3% und nach dem Trinken 83,1%. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß diese Schwankungen noch lange nicht die Grenzen der möglichen Unterschiede erreichen.

475 Die Natur selbst weist den Menschen auf zusammengesetztere Getränke an. Sie liefert ihm fast nirgends destillirtes Wasser, das schon fade schmeckt und bei längerem Genusse ekelhaft wird. Die verschiedenen Arten von pflanzlicher oder thierischer Milch sind Lösungen, in denen Fett in mikroskopischen Tropfen vertheilt ist. Andere natürliche Säfte, welche der Mensch zu seinem Nutzen verwendet, enthalten immer feste Körper chemisch gebunden. Dichte Stoffe sind ihnen häufig mechanisch beigemengt.

476 Der Gaumenkitzel verführt hier häufig zur Wahl schädlicher Zusätze. Kaffe und Thee erhalten ihren Werth durch kleine Gaben giftiger Stoffe, die das Nervensystem reizen. Das große Heer der gegohrenen Getränke bietet nur als Ersatz seiner vielen Nachtheile die vorübergehende Annehmlichkeit der künstlichen, durch den Weingeist bedingten Aufregung. Kann auch der Körper kleine Mengen jener schädlichen Mischungen schnell überwinden, gebraucht er sie sogar nicht selten zu seinem Nutzen, so läßt ihn doch bald der anhaltende und übermäßige Genuß solcher Flüssigkeiten dahinsiechen. Er erkauft die Befriedigung einer der niedersten Begierden mit der Störung der edelsten Werkzeuge. Denn das Nervensystem, das den Reiz des Ganzen vermittelt, unterliegt auch am meisten dessen nachtheiligen Wirkungen.

Der Kaffe und der Thee enthalten eigene Körper, das Kaffein und das Thein, die einander völlig in ihren elementar-analytischen Bestandtheilen gleichen sollen. Sie zeichnen sich durch ihren großen Gehalt an Stickstoff aus und führen 26,12 bis 29,28% dieser Substanz. Nur der Harnstoff besitzt bedeutend größere Mengen (46,73%). Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, daß dieses die vorzüglichsten Wirkungen des Kaffe oder des Thee ausschließlich bedingt.

Payen [1]) bemühte sich, die nährenden Eigenschaften des guten Kaffe von chemischem Standpunkte hervorzuheben. Nimmt man 100 Grm. desselben auf 1 Litre Wasser, so sind nach ihm 20 Grm. nährender Verbindungen in der Abkochung enthalten. 20 Grm. Thee mit 1 Litre Wasser aufgegossen, geben nach Peligot nur ein Drittel des

[1]) Payen l'Institut. 1846. Nro. 644. p. 150. 151.

festen Rückstandes und kaum die Hälfte Stickstoff. Denkt man sich ½ Litre des oben erwähnten Kaffeeaufgusses mit ½ Litre Milch und 75 Grm. Zucker verbunden, so hat man dann nach Payen 154,5 Grm. fester Körper, und zwar 49,53 Stickstoff und das Uebrige Salze, Fette und Zucker. Diese Werthe geben verhältnißmäßig das Sechsfache der dichten Masse und das Dreifache des Stickstoffes der Fleischbrühen. Chemische Angaben der Art können jedoch keine sichere Richtschnur liefern. Denn die Erfahrung lehrt, daß der gute Kaffe zu sehr reizt und schlechter bald unzureichend wird, so wie man ein Kind oder einen Erwachsenen durch den reichlichen Genuß desselben erhalten will.

Wird die Kaffeabkochung im Uebermaaß genossen, so kann sie nicht bloß die Verdauung stören, sondern auch das Gehirn reizen oder durch Ueberspannung ermüden. Menschen, die an Blutandrang nach dem Kopfe oder den Lungen leiden, meiden sie deshalb auch. Sie beseitigt aber aus dem gleichen Grunde manche Arten von Kopfschmerz und entfernt den Rausch, den Weingeist, Opium und ähnliche Gifte veranlaßt haben. Der Thee wirkt im Ganzen nachtheiliger. Er belästigt leichter den Magen, der nicht an ihn gewöhnt ist, und regt das Nervensystem leiser, aber anhaltender auf. Viele können daher nicht einschlafen, wenn sie eine Tasse Thee am Abend zu sich genommen haben.

Getränke, wie Wein, Bier, Branntwein, Rum, Arak und andere Mischungen der Art berauschen vermöge ihres Alkoholgehaltes. Ihre Wirkung wechselt aber nach der Art ihrer Zusammensetzung. Sind die kohlensäurereichen ächten Champagnerarten und verwandte Weinsorten rein, so trägt ihr Rausch den Stempel der Heiterkeit in hohem Grade an sich. Er vergeht eben so schnell, als er gekommen, und hinterläßt keinen Kopfschmerz, der nur nach dem Genusse verfälschter Producte aufzutreten pflegt. Der Bierrausch erzeugt zwar ebenfalls Verstandesverwirrung; es fehlt ihm aber jener geniale Schwung, den gute leichte Weine häufig erzeugen. Das Uebermaaß des gröberen Getränkes läßt bald den Menschen auf tiefere Stufen seiner Entartung herabsinken.

Die gegohrenen Getränke verstärken im Allgemeinen zuerst die Blutströmung nach dem Gehirn und nach anderen edlen Eingeweiden. Das Gesicht röthet sich, die Augen werden lebhafter, das Gehirn, mit oder ohne Eingenommenheit des Kopfes, aufgeregter. Diese Wirkungen können noch in mancher Hinsicht nützen. Der Mensch wird muthiger und läßt sich in geringerem Grade durch die ihm entgegenstehenden Gefahren abschrecken. Der Krieger stürzt sich dem Feuer des Feindes rücksichtsloser entgegen; der Redner, der sich nicht mehr durch störende Nebenrücksichten ängstigt und zerstreut, spricht fließender und begeisterter. Der Dichter findet in seiner aufgeregteren Phantasie mehr Stoffe zu seinen Ergießungen, und der Tonkünstler mehr Zusammenhang in seinen Melodieen. Weine, wie Champagner, die leicht sind und viel Kohlensäure enthalten, entfesseln am leichtesten die edleren Kräfte des verfeinerten Menschen. Der bloße Alkoholreichthum des Branntweins dagegen erhöht eher die thierische Neigung der planlosen Zerstörung von Allem, was dem aufgeregten Wesen entgegensteht.

Aendert der Genuß der gegohrenen Getränke die Geistesrichtung ab, so wechseln die Aeußerungen des Rausches nach Verschiedenheit der persönlichen Anlagen. Der Eine ist überglücklich und selig, freut sich ohne Grund, schließt Freundschaften ohne Veranlassung, küßt und liebt ohne Ursache, prahlt aus leerer Eitelkeit und gefällt sich in langen, unzusammenhängenden Reden und leerem Wortgeklingel. Ein Anderer wird still, verstimmt, düster und weint bloß eingebildeter oder lächerlicher Gründe wegen. Ein Dritter nimmt Aeußerungen, die ihn sonst nicht berühren, als Beleidigungen auf, wird streitsüchtig und verschmäht nicht in seinem Kampfe den Weg der Tücke. Viele trauen sich Kraftäußerungen zu, denen sie nicht gewachsen sind, und zu welchen sie sich auch nicht im nüchternen Zustande berufen glauben würden. Die Ueberlegung, die uns sonst von mancher Gefahr zurückhält, manches ausführbare Wagestück aber auch bedenklich macht, fesselt nicht mehr den umwölkten Geist des Trunkenen.

Die verschiedensten körperlichen Zeichen verrathen indeß die Aufregung des Organismus. Die Körperwärme erhöht sich; die Wangen werden röther, die Augen feuriger und lebhafter. Die Muskeln zucken leichter und ziehen sich bisweilen von selbst an den Augenliedern, den Lippen oder dem Gesichte überhaupt zusammen. Das Herz schlägt stärker, die gefüllteren Schlagadern klopfen rascher und heftiger; die angeschwolleneren Venen treten in höherem Maaße hervor. Der beschleunigtere Athem verbreitet den Geruch nach dem Weingeist und den flüchtigen Aetherarten, die in den einzelnen Weinen enthalten sind. Ist nicht die Zunge in ihren Bewegungen eingeschränkt, so wird die

Sprache rascher und geläufiger. Die Haut dünstet mehr aus; Schweißtropfen bezeichnen bald die Vergrößerung ihrer Thätigkeit und die reizende Wirkung der eingeführten Flüssigkeitsmassen. Das ganze Räderwerk des Organismus arbeitet rascher auf Kosten der nachfolgenden Erschöpfung.

Greift der Rausch tiefer ein, so erzeugt der Blutandrang nach dem Kopfe Schwindel und Sinnestäuschungen. Der Mensch faßt die äußeren Bilder unrichtig auf, deutet sie nach seinen inneren Zuständen und träumt gewissermaaßen im Wachen. Der Schwindel macht den Gang unsicher und ruft die unzweckmäßigsten Bewegungsverbindungen hervor. Der Betrunkene fällt daher im Anfange am leichtesten, wo das Gehen einige Aufmerksamkeit fodert, auf der Treppe, auf einer abschüssigen Bahn; er stößt sich an einem im Wege liegenden Stein, an einem daneben befindlichen Baum oder der Mauer eines Hauses; er kann endlich nicht mehr sein Gleichgewicht bei dem Stehen auf ebenem Boden erhalten. Da auch die Zunge seinem Willen weniger gehorcht, so wird seine Sprache lallender. Während die kalte Luft die Verbrennung mäßiger Mengen von Weingeist begünstigt, erhöht die Wärme die durch größere Alkoholmassen erzeugte Trunkenheit. Sie tritt daher in wärmeren Klimaten heftiger hervor.

Die künstliche Aufregung hat bald eine größere Abspannung zur Folge. Die schon erwähnten unrichtigen Gegenbewegungen des Körpers und die Lähmung der Zunge führen zu dieser zweiten Reihe von Erscheinungen über. Der Mensch verliert seine Energie. Aeußere Reize können ihn zwar noch augenblicklich anregen; allein das Feuer verglimmt auf der Stelle, und jeder Versuch, es zu unterhalten, scheitert an dem Unvermögen der abgespannten Werkzeuge. Beleidigungen, Stöße und andere Angriffe werden jetzt ruhig ertragen oder mit ohnmächtigen, bald verhallenden Gegenwirkungen beantwortet. Das Schicklichkeitsgefühl geht gänzlich verloren. Ziert dieses sonst vor Allem das weibliche Geschlecht, so wird deshalb das trunkene Weib widerlicher, als der seinem Laster ergebene Mann. Schlaf und Wachen kämpfen mit einander. Die lallende Sprache, die Umnebelung der Sinne und die Schwäche der Muskeln hindert jede lebhafte Wirkung nach Außen und die Aufregung des Gehirns jede Fortdauer der Ruhe. Diese Schwankung erhält sich, bis die Ermattung das Uebergewicht gewinnt und ein fester oder von schreckenden Träumen unterbrochener Schlaf den Sturm beruhigt und neue Kräfte sammelt.

Die Abspannung, die jenen zweiten Act der Trunkenheit begleitet, ändert das Aeußere des Menschen. Sein Auge wird matt, starr und verliert noch an Ausdruck durch den schlaffen Zustand der Augenlider. Seine Haut erblaßt. Herz und Pulsschlag werden ruhiger und die Athembewegungen langsamer. Einzelne tiefe Athemzüge und nicht selten Schleimrasseln, Räuspern oder Husten unterbrechen bisweilen die Stille, die jetzt auftritt. Denn die fortwährende Verdunstung des Alkohols aus dem Lungenblute reizt die Athmungswerkzeuge und erhöht deren Schleimabsonderung. Die äußere Haut wird kälter und bedeckt sich bisweilen mit klebrigem Schweiße. Das ganze Bild erinnert in dem Grade an die Erscheinungen des Todeskampfes, daß Verwechselungen bei oberflächlicher Untersuchung möglich werden. Der Tod kann übrigens auch jetzt auf dem Wege des Schlagflusses oder der Lungenlähmung zu Stande kommen.

Die beiden natürlichen Heilmittel des Rausches, das Erbrechen und der Schlaf, bilden nothwendige Folgen der Reizung oder der Abspannung des Gehirns, die der Weingeist selbst veranlaßt. Ruht der Mensch aus, so verdunstet indeß der Ueberschuß des Weingeistes oder wird durch seinen ferneren Umsatz unschädlich gemacht. Das Nervensystem, das sich nicht mehr nach außen hin anzustrengen braucht, findet sein regelrechtes Mittelmaaß durch Sammlung wieder. Erwacht der Trunkene, so kann er zwar von Neuem seine geistigen Kräfte gebrauchen, allein Eingenommenheit des Kopfes, Unlust zur Arbeit, Verdrießlichkeit, Mißmuth über den begangenen Exceß, Appetitlosigkeit, Zungenbelag, Schleimzustände der ersten Wege, Kollern im Unterleibe und selbst Durchfall, allgemeine Schwäche und leichte Ermüdung beweisen die noch fortbestehende leisere Störung des Gleichgewichts. Der mäßige Mensch überwindet bald diese Nachtheile; der Trunkenbold dagegen behält manche von ihnen für immer zurück und legt hierdurch den Grund zu seinem völligen Untergange.

Die edelsten Fähigkeiten leiden häufig hierbei gerade am meisten. Starke Biertrinker werden aufgeschwemmt, fett, träge und dumm. Weinsäufer können zwar länger ihre Geisteskraft behalten; sie verlieren aber auch endlich die frühere Schärfe und Beweglichkeit

des Denkens und die Energie und Beharrlichkeit des Charakters. Die Zunge ist beständig belegt; Uebelkeit und Erbrechen kommen leichter als sonst zum Vorschein. Der Appetit sinkt, je mehr die Begierde nach geistigen Getränken zunimmt. Der Trunkenbold riecht beständig nach Wein oder Branntwein. Sein Magen ist verschleimt; er entartet mit der Zeit und kann selbst krebsigen Zerstörungen unterliegen. Der zur Gewohnheit gewordene Blutandrang nach dem Kopfe erweitert viele Gefäße; ihr Blut fließt dann langsamer und erhält eine violettblaue Farbe. Diese krankhaften Veränderungen geben sich schon äußerlich an Stellen, die eine nur dünne Hautbedeckung besitzen, auffallend kund. Die Lippen, einzelne Gegenden der Nase oder der Ohren erhalten einen bläulichen Anstrich; die kleineren erweiterten Gefäße treten mit ihren Schlängelungen deutlicher hervor; die Wangen bekommen bleibende rothe Flecken und der größte Theil der Gesichtshaut erhält Finnen, Mitesser und andere krankhafte Bildungen. Leberbeschwerden und Hämorrhoidalleiden bilden den Ausdruck der gleichen Wirkungen im Unterleibe. Schleimflüsse der Mundrachenhöhle, der Lungen, der Blase und der Harnröhre, die häufig noch durch die gleichzeitigen geschlechtlichen Ausschweifungen begünstigt werden, vergrößern die Reihe kleiner Leiden, die sich in dem Körper des Trunkenboldes einnisten. Die Augen triefen leicht, die Augenlieder werden roth und entzündet; schwarzer oder grauer Staar erreichen eher ihre größte Höhe, wenn irgend Neigung dazu vorhanden ist. Narben brechen öfter auf; alte Geschwüre heilen seltener; der ganze Körper wird schwammigter, aufgedunsener; es setzen sich Wasserergüsse in dem Zellgewebe oder den inneren serösen Höhlen ab. Die Stimme wird rauh, tief und unsicher; ihr früherer melodischer Klang macht unangenehmen Tönen Platz. Alle Bewegungen verlieren ihre Pünktlichkeit; das Zittern der Hände erschwert das Schreiben oder Zeichnen und der nachlässige, schleppende oder wankende Gang verräth schon auf den ersten Blick die Ursache des Leidens. Die Sinne stumpfen sich ab, die Lebhaftigkeit des Geistes verliert sich immer mehr und mehr das Gedächtniß schwächt sich nach und nach; alle edleren Gefühle der Liebe, die Anhänglichkeit an das Schöne und die Begeisterung für das Wahre und Große ermattet mit dem Uebergewicht der sinnlichen Begierden. Selbst die Neigung zu sonst angenehmen Beschäftigungen tritt in den Hintergrund. Nichtsthun oder ein unbeständiges und flaches die geringsten Bedürfnisse befriedigendes Treiben füllt die Zwischenzeit, die das Trinken übrig läßt, aus.

Die Reue meldet sich bisweilen; allein der Entschluß, seinem Laster zu entsagen, ist in der Regel von kurzer Dauer. Der erste mäßige Genuß geistigen Getränkes führt wieder unaufhaltsam zu dem früheren Fehler zurück. Hat ein Mal das Trinken Wurzel gefaßt, so wird es zum unerläßlichen Bedürfniß. Das Zittern der Hände schwindet erst, wenn wieder der Körper durch eine neue Menge Weingeistes gereizt worden ist. Der Mensch schläft nur, wenn er seinen Geist mit den gewohnten Getränken umnebelt. Das überspannte Gehirn schwankt zwischen Schlaflosigkeit und tiefer beängstigender Ruhe, zwischen tobendem Irrereden und geistiger Gleichgültigkeit. Es entsteht so der Säuferwahnsinn (delirium cum tremore oder unrichtiger delirium tremens), dem oft noch Krämpfe, hinfallende Sucht, Blödsinn, Schlagfluß und nach einzelnen Angaben Selbstverbrennung nachfolgen können. Opium, Aderlässe und anhaltende durch Brechweinstein eingeleitete Ekelkuren können diesen Sturm eine Zeit lang beschwören, um den Menschen der Wiederkehr der früheren Schädlichkeiten Preis zu geben.

Der Organismus unterliegt diesen Einflüssen um so eher, je jünger und zarter er ist. Der Genuß des Branntweins rafft daher Kinder am leichtesten hinweg oder macht sie für immer kraftlos, rhachitisch oder blödsinnig.

Da jeder, eine längere Zeit fortgesetzte Reiz abstumpft, so gehen häufig die Trinker zu immer stärkeren geistigen Mischungen über. Sie greifen nach Branntwein, Weingeist, Aether, Hoffmannschen Tropfen, Eau de Cologne und selbst in Einzelfällen zu verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure. Der starke Körper vieler Menschen der Art verträgt Gaben solcher Getränke, die jeden anderen Organismus binnen Kurzem zu Grunde richten würden.

Das Gehirn ist in den Leichen von Trunkenbolden mit dunkelem Blute überfüllt; seine Höhlen werden von reinem oder blutigen Wasser übermäßig ausgedehnt. Erweiterung des Herzens, Verknöcherungen der Klappen und der Schlagadern, Emphysem der Lungen, Fehler der Leber, Verschwärungen der Blase, Steine, Stricturen der Harnröhre, Verhärtungen der Vorsteherdrüse und ähnliche Entartungen bilden die Zeugen der Aus-

schweifungen des Trunkes und der Liebe. Der Alkoholgeruch, welcher den ganzen Körper durchdringt, giebt sich oft am deutlichsten nach der Oeffnung einer Körperhöhle und vorzüglich des Schädels zu erkennen.

Die Fortpflanzungsverhältnisse sollen sich häufig in Folge der Trunksucht ändern. Manche Säufer werden impotent; andere leiden eher an unfreiwilligen Samenergüssen. Waren die Eltern während des Beischlafes trunken, so sollen bisweilen epileptische, blödsinnige oder cretinartige Kinder erzeugt werden.

Ein unglücklicher Trieb führt noch den Menschen zu dem Genusse anderer narkotischen Substanzen. Das Opiumrauchen, das zum Theil fürchterlichere Folgen, als das Branntweintrinken nach sich zieht, lockt durch die Reizung und die spätere Abspannung des Gehirns. Abmagerung, Muskelschwäche, Sinnestäuschungen, Stierheit des Blickes, eine abstoßende geistige Apathie und ein dumpfes Brüten nach Erneuerung des zerstörenden Genusses begleiten hier den Unglücklichen bis zu seinem Tode. Der Taumelpfeffer dient in gleicher Art den Bewohnern der Südseeinseln und der Fliegenschwamm den Kamtschadalen. Die Blätter von Erythroxylon Coca, die in Peru abwechselnd mit kohlensauerem Kalk gekaut werden, bilden ebenfalls nach einigen Angaben eine narkotische Reizmasse, nach einer anderen minder wahrscheinlichen Ansicht dagegen eine Art von Nahrungssubstanz [1]). Manche Stämme Sibiriens zeigen am Besten, wie sehr der Trieb zu solchen Genüssen jede andere Rücksicht überwindet. Die Reicheren bereiten sich eine berauschende Pilzabkochung (Muchumor). Da sich aber die ärmeren Klassen den Genuß nicht verschaffen können, so trinken sie den Urin der Bemittelteren, um sich an den auf diesem Wege abgeführten Giftstoffen zu erfreuen. [2]) Das Tabakrauchen des civilisirten Menschen ist nur ein milder Ausdruck derselben Richtung. Der geringe Grad von Ekel und die Spuren der Narkotisation, die seine Verbrennungsproducte erzeugen, reizen hier eben so, wie der Branntwein oder das Opium. Das Tabakkauen soll überdieß vor Skorbut schützen. Es wird daher vorzüglich von Seefahrern und Leuten, welche diese Unart von Matrosen gelernt haben, getrieben.

2. Mechanik der Verdauungswerkzeuge.

477 Die Muskelmassen, die den Verdauungswerkzeugen zu Gebote stehen, verkleinern die Speisen, durchtränken sie mit den verschiedenen Verdauungssäften und schieben sie in passender Weise, bis ihre unbrauchbaren Reste den Körper verlassen, fort. Die Gebilde der Mundrachenhöhle besorgen die erste Zertheilung und die Vermischung mit schleimigtem Speichel, der Schlund und die Speiseröhre die Weiterbeförderung in den Magen, dieser die Verbindung mit dem Magensaft, die dünnen Gedärme die Vertheilung der Galle, des Bauchspeichels und des Darmschleimes in die noch vorhandenen Bruchstücke der Nahrung und der Dickdarm den allmäligen Fortgang der Kothmassen. Die Muskeln des Mastdarms, des Beckens und der Athmungsorgane stoßen zuletzt, was nicht mehr dem Organismus zu Statten kommen soll, aus.

478 Ergreifen und Abbeißen der Speisen. — Die Hände des Menschen und vieler Säugethiere erleichtern die Aufnahme der Nahrungsmittel durch passende Bewegungen. Der Kopf und der Rumpf können daher den Eintritt der Speisen ruhiger erwarten und sind der Dienste, die sie bei den immer auf vier Füßen stehenden Säugethieren durch ihre Stel-

[1]) Spix u. Martius, Reise nach Brasilien. S. 1169. E. Pöppig, Reise nach Chili, Peru etc. Bd. II. S 209 u. 257. J. v. Tschudi, Reise in Peru. Bd. II . S. 241.
[2]) J. Th. Thomsen, De dipsomania. Kiliae, 1839. 8. p. 9.

lungsveränderungen leisten müssen, überhoben. Ist ein Mensch ohne Arme geboren, so zwingt ihn bald die Nothwendigkeit, seine Füße gleich den Händen Gesunder zu gebrauchen.

479 Kann nicht die Speisemasse, die wir dem Munde zuführen, ihrer Größe wegen auf ein Mal aufgenommen werden, so trennen wir einen kleineren Theil durch Abbeißen los. Wir entfernen die obere und die untere Zahnreihe von einander, klemmen die feste Nahrung in den hierdurch gebildeten Zwischenraum ein, ziehen den Unterkiefer hinauf und führen so die einander entgegenkommenden Vorderzähne, gleich Scheerenblättern, durch die dichte Masse hindurch. Wird nicht schon auf diese Weise ein kleines Stück von selbst abgeschnitten, so benutzen wir die wie Nägel eingeschlagenen Zähne als Befestigungsmittel. Ein kräftiger Gegenzug der Hände oder des Kopfes reißt dann den in der Mundhöhle befindlichen Abschnitt von der übrigen Masse los.

480 Kauen. — Die gemeinschaftliche, in einander greifende Thätigkeit der Zunge, des harten Gaumens, des Unterkiefers und der Zähne übernimmt die erste Verkleinerung und die Einspeichelung der Speisen. Haben auch hierbei der Gaumen, die Zunge und die Zähne ihre bestimmten und einflußreichen Rollen, so greifen sie doch nicht in dem Grade durch, daß der Mangel eines dieser Gebilde das Kauen unmöglich machte. Ist der harte Gaumen durchlöchert, so dringen leicht Bruchstücke der Speisen in die Nasenhöhle. Fehlt ein Theil der Zunge, so werden die Nahrungsmittel minder genau betastet und weniger pünktlich unter die Zähne oder in den Racheneingang geschoben. Sind endlich die Zähne ausgefallen, so schärfen sich die von Zahnfleisch bedeckten Kieferränder zu. Sie können daher weichere Nahrungsmittel zerdrücken. Alte zahnlose Leute genießen deshalb noch weiches Fleisch und andere nachgiebigere Nahrungsmittel ohne Nachtheil. Harte Brotkrusten und ähnliche Dinge dagegen verursachen eher Verdauungsbeschwerden, weil sie nicht gehörig verkleinert und mit dem Speichel durchtränkt werden können.

481 Betrachten wir zuvörderst die unmittelbarsten Zermalmungswerkzeuge, die Zähne, so hat die Natur ihre freien Oberflächen mit unempfindlichen Massen ausgerüstet, ihre Nerven dagegen in das ihre Innenhöhle ausfüllende Zahnsäckchen verlegt. Das Gefühl kann dann immer noch die Größe der Anstrengung erkennen und die drohende Gefahr anzeigen. Die mechanische Wirkung des Druckes scheitert aber nicht, wenn sie in ihren gehörigen Grenzen bleibt, an dem Widerstande des Schmerzes.

482 Sollten die Zähne mit gehöriger Kraft arbeiten, so mußten sie aus einer hinreichend dicken und festen Masse bestehen und unverrückbar in den Kiefern eingekeilt sein. Eine veränderte Knochensubstanz, das ächte Zahnbein, bildet daher ihre Grundlage. Während eine nur dünne Schicht von Cäment oder Knochen die verborgenen Wurzeltheile der Zähne des Menschen bekleidet, ist die freie, den mechanischen Eingriffen unmittelbar ausgesetzte Krone von der härtesten Verbindung des Körpers, dem Schmelze, überzogen. Sie erträgt nicht bloß mit Erfolg die stärksten Druckwirkungen, sondern beschützt auch das Zahnbein. Denn dieses verödet an allen

Stellen, die ihren Schmelzüberzug verloren haben. Der Zahn wird angefressen und in immer ausgedehnterem Maaße zerstört. Das Anfeilen desselben hat daher seine gefährliche Seite. Es entfernt zwar schädliche Massen, verdünnt aber dafür die Hülle, die zum Schutze des Ganzen unerläßlich ist.

483 Die Schmelzsubstanz erreicht ihre Härte auf Kosten mancher anderen Eigenschaften, die sonst manchen Nachtheil beseitigen könnten. Sie erträgt bedeutende Druckkräfte mit Leichtigkeit. Giebt sie aber endlich nach, so springt sie ihrer Sprödigkeit wegen in ausgedehnteren Strecken. Pflanzensäuren können ihre reichlichen Kalksalze schnell angreifen. Essen wir schwarze Kirschen, so bilden sich kleine Unebenheiten, in denen die gefärbten Säfte der Frucht haften bleiben. Sie gehen deshalb nicht durch einfaches Waschen und Abreiben fort. Gebraucht man aber zur Reinigung Citronensaft oder Essig, so nimmt man nur eine neue dünne Schmelzlage fort und verdirbt sich seine Zähne um so leichter. Das Stumpfwerden derselben, welches der Genuß der Säuren nach sich zieht, bildet gleichsam den instinctiven Wächter, der uns vor solchen Schädlichkeiten bewahren soll.

484 Die haltbare Einkeilung der Zähne fodert in jedem Falle eine verhältnißmäßig bedeutende Länge des eingeschlagenen Wurzeltheils. Ist der Umfang des Zahnes klein, so reicht ein Gebilde der Art hin, die Befestigung zu übernehmen. Die Eckzähne haben nur eine ausgedehntere Wurzel, als die Schneidezähne, weil sie bisweilen stärkere Druckwirkungen ausüben müssen. Werden aber die Flächen, wie in den Backzähnen, breiter, so vermehrt sich die Zahl der Wurzelgebilde. Der ganze Theil ruht auf mehreren eingefügten Pfeilern, damit er nach keiner Seite hin wanken oder abbrechen kann.

Werden die Zähne locker, so geht auch der größte Theil ihres Nutzens verloren. Wir können deshalb schon nicht einen wackelnden Zahn zu irgend starken Druckwirkungen gebrauchen. Skorbut, Speichelfluß und ähnliche Leiden, die das Zahnfleisch auflockern und die nöthige Festigkeit den Zähnen rauben, machen das Kauen unmöglich.

485 Die verschiedenen Formen der drei Arten von Zähnen, der Schneide- Eck- und Backzähne, entsprechen der Mannigfaltigkeit der Rollen, die ihnen von der Natur angewiesen worden sind. Die Schneidezähne, die keine breiteren Kauflächen, sondern schmale Endränder besitzen, werden einander wie Messer durch das Emporsteigen der Unterkinnlade entgegengeführt. Sie dienen daher vorzugsweise zum Abbeißen, zu dem sie auch schon ihre Stellung berechtigt, und trennen die Speisen auf dem Wege des Einschneidens. Das Aufknacken oder andere Stemmwirkungen dagegen werden um Vieles gefahrvoller.

486 Die spitze Form der Eckzähne erinnert ursprünglich an die Thätigkeit von Pfriemen oder Nägel, die in nachgiebige Massen eingestochen werden. Diese ihre Bestimmung, die eine bedeutende Höhe in den reißenden Thieren erreicht, tritt in dem Menschen um so mehr zurück, je weniger ihre Kronentheile über die Endflächen der anderen Zähne hervorragen. Laufen sie dabei noch in abgestutzte Querflächen aus, so nähert

sich ihre Wirkung in noch höherem Grade der Thätigkeit der Schneidezähne. Sie unterstützen daher bisweilen die messerartige Zermalmung der Speisen. Wir benutzen aber häufig ihre besonderen Formen, um härtere Körper, wie Nüsse oder Pflaumenkerne, zu zerdrücken und aufzuknacken oder um zähe Speisen, wie manche Arten von Fleisch, Sehnen, Bänder und Knochen, festzuhalten und durch Gegenbewegungen der Hände mechanisch anzugreifen. Die nagelartige Wirkung liegt diesen beiden Benutzungsweisen zum Grunde.

487 Die Backzähne verdanken ihre Hauptvortheile ihrer Größe, der zweckmäßig berechneten Unebenheit ihrer thätigen Oberflächen und ihrer durch die Vervielfältigung der Wurzeln erhöhten Festigkeit. Werden sie senkrecht einander entgegengeführt, so können ihre wechselseitig passenden Kauflächen die Nahrungsmittel zerquetschen und mit den Mundflüssigkeiten durchkneten. Verschieben sie sich dagegen in wagerechten oder etwas schiefen Ebenen, so sind sie im Stande, gleich Mühlsteinen zu zerreiben. Diese letztere Wirkungsart, die in den Wiederkäuern in so hohem Grade auffällt, tritt in dem Menschen in den Hintergrund. Sie wird seltener gebraucht und kann selbst dann nur in beschränkterem Maaße zu Hilfe gezogen werden.

488 Die oberen Backzähne stehen meist etwas weiter nach außen, als die unteren. Dieses scheint zum Zweck zu haben, den Rücktritt der gekauten Speisen in das Innere der Mundhöhle zu erleichtern. Die Lage der Schneidezähne dagegen wechselt in dieser Hinsicht. Es kann die obere oder die untere Reihe weiter hervorstehen und jede von ihnen eine gerade oder schiefe Stellung nach Verschiedenheit der Racen und der Persönlichkeiten darbieten.

Die Form, die Zahl und die Gestalt der Zähne stimmt auf das Innigste mit der Nahrungsweise des Thieres. Keine Zahnart erhält in uns einen entschiedenen Vorrang, weil wir für die mannigfachste Nahrung bestimmt sind und zahlreiche Erweichungs- und Verkleinerungsmittel durch die Kochkunst und die von unseren Händen verfertigten Werkzeuge erzielen können. Nur untergeordnete Verschiedenheiten treten hier mit dem Wechsel der Individualitäten hervor. Stehen die Vorderzähne gerade oder schief vor, werden die Eckzähne länger und spitzer, so können diese affenähnlichen Verhältnisse durch ihre Form beleidigen, nicht aber andere wesentliche Nachtheile herbeiführen. Aendert sich auch die Gestalt der Backzähne, so werden doch nie ihre Kauflächen so schief und spitz, wie in vielen Fleischfressern. Der Mensch lernt übrigens bald, seine einzelnen Zahnformen auf das Zweckmäßigste zu gebrauchen. Es ist kein Zufall, wenn der Eine Nüsse mit den Eck-, der Andere dagegen mit den Backzähnen aufknackt oder Dieser mehr vorn, Jener dagegen weiter hinten kaut. Man wird bei genauerer Prüfung immer finden, daß die Gestalt und die Gesundheit der Zähne diese verschiedenen Thätigkeitsarten ursprünglich bestimmt.

Die Zahnbildung der Haussäugethiere giebt uns manches deutliche Beispiel, wie die Natur die Werkzeuge den Bedürfnissen anpaßt. Die Nagezähne der Kaninchen und verwandter Geschöpfe entsprechen den inneren Schneidezähnen anderer Thiere. Da sie die harten Hölzer anfeilen sollen, so erreichen sie eine bedeutende Länge und einen hohen Grad von Härte und werden gleich Messern in lange Hefte eingelassen. Sie verdrängen daher die äußeren Schneidezähne und Eckzähne und dringen mit ihren verlängerten und gekrümmten Wurzeln in die Kinnladen tief ein. Ein harter Schmelz und geeignete messer- oder pfriemenförmige Endflächen machen sie zu ihrer Bestimmung vorzugsweise geschickt.

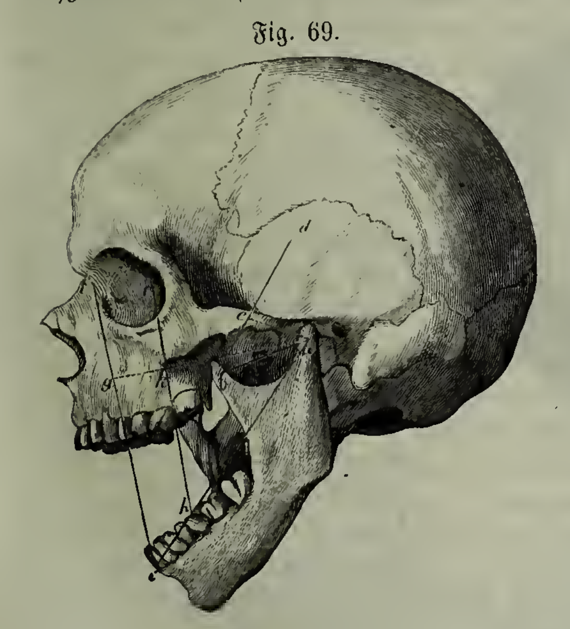
Andere Pflanzenfresser, die ihre Nahrung leicht abreißen, sie aber in größeren Bruchstücken ihrer Mundhöhle übergeben, haben Backzähne, die mit ihren berechneten unebenen Kronenflächen wagerecht spielen können. Sie zermalmen daher die zähen und trockenen Stengel mühlsteinartig und ergänzen hierdurch die unvollkommene Wirkung der Schneidezähne. Das Kaninchen, das Pferd und noch mehr das Rind erfreut sich dieses Vortheils.

Da endlich die Fleischfresser ihre weiche und zähe Beute zerreißen und zerdrücken müssen, so verwandeln sich ihre Eckzähne in lange spitze Nägel, die sich am besten zu Befestigungswerkzeugen eigenen. Ihre zackig ineinander greifenden Backzähne behalten noch pyramidale Formen, um desto bequemer zu zerquetschen und die Fleischfasern zu trennen.

Die erdigen Massen der Zähne werden eben so wenig, als die Horngewebe von Blutgefäßen durchsetzt. Beiderlei Arten von Gebilden sind aber unabhängig von einander. Ein Kahlkopf kann sehr gute Zähne haben und eine schlechte Zahnbildung schließt wiederum nicht Ueppigkeit des Haarwuchses aus. Waren skrophulöse Beschwerden zur Zeit des zweiten Zahnens vorhanden, so wird meist das Gebiß mißgestaltet und geht eher zu Grunde. Personen, die an Entmischung der Säfte leiden, Skorbutische oder Venerische verlieren oft ihre Zähne. Manche andere Krankheiten dagegen, wie Schwindsucht, Hysterie und Hypochondrie beeinträchtigen sie nicht nothwendiger Weise.

Da das Zahnsäckchen mit seinen Nerven und Blutgefäßen in dem Innern des fest eingekeilten Zahnes verborgen liegt, so mußte die verhältnißmäßige Menge der empfindenden Gebilde die Nachtheile, welche die versteckte Lage mit sich führt, ausgleichen. Zahlreiche und fein auffassende Nervenfasern breiten sich deshalb an der Oberfläche des Zahnsäckchens aus. Dringt nur eine Spur von Säure durch die Spalträume des Schmelzes und der ächten Zahnsubstanz oder die Zahnröhrchen ein, so verkündet uns das Gefühl des Stumpfwerdens den Anspruch der Nervenfasern. Was aber hier in wesentlicher Weise zum Vortheil gereicht, erregt die größten Beschwerden unter krankhaften Verhältnissen. Die Zahnschmerzen erlangen eben deshalb eine solche Heftigkeit, wie sie sonst nur die empfindlichsten Weichgebilde des Körpers darbieten.

Fig. 69.



489 Hat es auch bei dem Kauen den Anschein, als bewegten sich beide Kiefer gegen einander, so ist es doch nur die Unterkinnlade, *ac* Fig. 69., die ihren Ort wechselt. Der Oberkiefer *gk* bildet den meist festgestellten Theil, auf den die Veränderungen des Unterkiefers mittelbar wirken. Der quere Gelenkkopf *a* scheint sich im Ganzen leichter von vorn nach hinten, als von außen nach innen in wagerechter Richtung verschieben zu lassen. Die flache Gelenkfläche und die Schlaffheit des inneren Seitenbandes aber erleichtern das Ausweichen. Es kommt daher oft vor, daß schon die Unterkinnlade durch zu starkes Beißen überschnappt. War sie früher einmal ausgerenkt, so wiederholt sich nicht selten der gleiche Krankheitszustand bei den geringsten Veranlassungen. Dieselben Verhältnisse, welche die Störung des regelrechten Spieles des Unterkiefers begünstigen, unterstützen auch die Rück-

kehr zum Normalzustande. Eine tüchtige Ohrfeige kann von Neuem den rechten Platz der ausgetretenen Kinnlade anweisen.

Der elastische Zwischenknorpel, der in dem Kiefergelenke angebracht ist, dient zur Erleichterung der Beweglichkeit und zur Milderung und Dämpfung des Druckes, der starke Anstrengungen des Beißens begleitet.

490 Der Unterkiefer der Leiche fällt seiner Schwere nach von selbst herab (Fig. 70.) Erschlaffen die Kaumuskeln des lebenden Menschen, so muß die gleiche Erscheinung wiederkehren. Da sie aber wahrscheinlich nie im gesunden Zustande gänzlich erlahmen und im Gegentheil oft durch den Drang der Verkürzung dem Oeffnen des Mundes entgegenarbeiten, so hat die Natur besondere Halsmuskeln, welche die Unterkinnlade herabziehen können, angebracht. Der zweibauchige Muskel (Digastricus maxillae inferioris), der dann seinen festen Punkt am Schläfenbeine findet, bildet den vorzüglichsten Niederzieher des Unterkiefers. Bleibt die Wirkung in mäßigen Grenzen, so ändert sich dabei nicht die Lage des Zungenbeins in auffallender Weise. Verstärkt sich aber die Wirkung in bedeutendem Grade, so wird es gleichzeitig durch seinen Niederzieher (Sternohyoideus) und den Schulter-Zungenbein-Muskel (Omohyoideus) abwärts geführt. Ist es dagegen festgestellt, so kann auch der Kinn-Zungenbeinmuskel (Geniohyoideus) und der Quermuskel des Unterkiefers (Mylohyoideus) die gegenseitige Entfernung der beiden Kinnladen unterstützen.

491 Die vier Kaumuskeln übernehmen die aufsteigende Bewegung, die das Kauen selbst vermittelt. Der Schläfenmuskel (Temporalis), der von der Schläfengrube *d*, Fig. 70., ausgeht und sich an den Kronenfortsatz *b* des Unterkiefers anfügt, zieht diesen vorzugsweise empor; seine hinteren Fasern schieben aber auch den nach vorn und unten gerückten Gelenkkopf in die Gelenkgrube zurück. Der äußere Kiefermuskel (Masseter) unterstützt die Annäherung beider Kinnladen auf das Kraftvollste. Seine äußere Abtheilung ist noch im Stande, den Unterkiefer in geringem Grade nach vorn, seine innere dagegen nach hinten zu verschieben. Die Thätigkeit der beiden Flügelmuskeln (Pterygoidei) dient endlich ebenfalls vor Allem der senkrechten Hebung der unteren Kinnlade. Der äußere (Pterygoideus externus) schiebt sie zugleich nach vorn und nach der entgegengesetzten Seite.

Fig. 70.



Die Hebung und Senkung bildet also die Hauptverrichtung der Kaumuskeln. Können auch wagerechte Ortsveränderungen mit Hilfe des äu-

ßeren Kiefer- und des äußeren Flügelmuskels eingeleitet werden, so erreichen sie doch keine bedeutende Größe und werden häufiger bei leerer Mundhöhle, als bei dem gewöhnlichen Kauen in Anspruch genommen.

492 Will man harte Körper, die wir noch gewöhnlich mit den Zähnen bewältigen, zerdrücken, so muß man nicht selten ein Gewicht von 100 bis 150 Kilogramm auflegen. Besitzen nun auch die Kaumuskeln einen verhältnißmäßig bedeutenden Reichthum an Muskelfasern, die sich der günstigsten Ansätze erfreuen, so bildet doch ihre ungehinderte Thätigkeit einen Hauptvortheil. Kein erheblicher Gegenfüßler stellt sich ihrer Wirkung entgegen. Haben sie die Schwere der Kinnlade und höchstens noch den zweibauchigen Kiefermuskel überwunden, so können sie ihre übrige Leistung zur Erzeugung des Zähnedruckes verwenden. Ein sehr starker Mensch vermag daher selbst Eisenstäbe zu zerbeißen.

493 Die Wangen verhalten sich nicht ganz passiv bei dem Kauen. Sie geben, wo es nothwendig wird, durch Erschlaffung nach und erzeugen mit ihrer Muskelverkürzung eine Druckkraft, die zur rechten Zeit den Weg nach der inneren Mundhöhle den verkleinerten Nahrungsmitteln anweist.

494 Die mit ihrem feinen Tastgefühle und ihrer vielseitigen Beweglichkeit ausgerüstete Zunge spielt den Hauptregulator des Kauens. Sie bildet gleichsam den geistig begabten Leiter, der die Nahrungsmittel bei ihrem Eintritte in die Mundhöhle prüft, sie passend, wenn es Zeit ist, unter die Zähne schiebt und in verkleinertem Zustande wiederempfängt, um sie in geeigneter Form dem Racheneingange zu überliefern.

495 Sind die Speisetheile so klein oder weich, daß sie nicht mehr der Hilfe des Kauens bedürfen, so drücken sie die zweckmäßigen und jeden Augenblick wechselnden Zungenbewegungen an den harten Gaumen und schieben sie auf diese Weise nach dem Racheneingange fort. Wurden größere Bissen losgetrennt, so pressen sie sie zur ferneren Verarbeitung, je nachdem der Mensch vorn oder seitlich ißt, zwischen die Schneide- oder die Backzähne. Die Lippen schließen sich in dem ersteren Falle, hindern auf diese Art den Austritt der Speisen aus der Mundhöhle und drücken sogar später gegen die Zähne, damit die Nahrungsmittel nach dem Zungenrücken hin ausweichen. Werden die Backzähne in Anspruch genommen, so platten sich die Wangen ab, um in ähnlicher Weise zu wirken. Trägt einmal die Zunge die gehörig verarbeiteten Speisen, so erhebt sie sich von Stelle zu Stelle gegen den harten Gaumen und überliefert hierdurch das Empfangene dem Racheneingange. Sind einzelne Bruchstücke an der Innenfläche der Wangen oder zwischen den Zähnen haften geblieben, so sucht sie sie mit ihrer Spitze abzukehren und an den rechten Ort hinzuschieben.

496 Ist es schon unmöglich, die mannigfachen Formen und Stellungen, die sie hierbei annimmt, in Worten wiederzugeben, so gelingt es noch weniger, die in jedem Augenblicke wirksamen Muskelabtheilungen genügend zu bezeichnen. Die anatomischen Verhältnisse hindern dieses in hohem Grade. Was man als Längen- und Quermuskeln der Zunge beschreibt, sind nur Haupt-Faserzüge, deren einzelne Verhältnisse und Wirkungen verwickelter ausfallen. Jeder der Muskeln, der von dem Kinn, dem Zun-

genbeine oder dem Griffelfortsatze ausgeht, kann in seinen einzelnen Theilen oder im Ganzen, einseitig oder an beiden Seiten zugleich thätig sein. Die ganze Maschinerie erhält hierdurch einen kaum übersehbaren Grad von Mannigfaltigkeit.

497 Die Längenfasern verkürzen die Zunge von vorn nach hinten und vergrößern ihre Breite oder Höhe. Die oberen (Longitudinalis linguae superior) führen dabei die Zungenspitze nach oben und hinten, die unteren dagegen (Longitudinalis inferior) nach unten. Der Quermuskel (Transversus) verschmälert das Ganze, wölbt die Rückenfläche und schärft und verlängert die Spitze.

498 Der Kinn-Zungenmuskel (Genioglossus) kann die Zunge zwischen beide Zahnreihen schieben, mit ihrem mittleren Theile gegen den Boden der Mundhöhle führen und aushöhlen und selbst in das Innere des Mundes zurückziehen. Es ist ihm aber wahrscheinlich nicht möglich, das Hervorstrecken derselben zu vermitteln (Theile)[1]. Der Zungenbein-Zungenmuskel (Hyoglossus) senkt sie und bringt ihre hintere Masse und ihre Seitenränder nach unten und hinten. Der Griffel-Zungenmuskel (Styloglossus) hebt sie oder schweift sie bogig aus, so daß sich ihre Spitze nach dem Mundwinkel oder den Wangen wendet. Wird er von dem Zungenmuskel (Lingualis) unterstützt, so wölbt sich die Zunge, um dazwischenliegende Theile gegen den harten Gaumen zu pressen. Verknüpft sich seine Thätigkeit mit der des Kinn-Zungenmuskels (Genioglossus), so kann er die Seitenränder der ausgehöhlten Zunge an die Gaumenfläche anschmiegen. Schiebt endlich der Quermuskel des Unterkiefers (Mylohyoideus) das Zungenbein vor, so drängt er die Zunge in die Höhe.

499 Einspeichelung. — Riechen oder sehen wir angenehme Speisen, so läuft schon eine beträchtlichere Menge von Speichel in die Mundhöhle und vermischt sich hier mit dem Schleime, den die verschiedenartigen Drüsen der Lippen, der Wangen und der Zunge bereiten. Die Speisen werden mit dieser Mischung, die auch später in reichlicherem Maaße austritt, bei dem Kauen durchtränkt und verknetet. Was sich in ihr leicht löst, geht in sie über und wird erst auf diese Weise schmeckbar, weil nur die tropfbar flüssigen Körper die Geschmackwerkzeuge anregen. Die einzelnen kleinen Bruchstücke der Nahrung werden eher durch die zähe schleimigte Masse zusammengehalten und zu einem schlüpferigen Bissen verbunden. Sie können dann um so bequemer auf ihren ferneren Bahnen dahingleiten.

Wollen wir eine Speise mit Wohlgefallen schmecken, so kauen wir sie lange. Sollen unangenehme Arzneien so leicht als möglich genommen werden, so meidet man die Thätigkeit der Zähne, wirft die Masse im Ganzen in den Rachen oder verschluckt sie so schnell als möglich. Flüssige Nahrungsmittel erregen immer verhältnißmäßig stärkere Geschmacksempfindungen, als feste.

500 Trinken. — Die verschiedenen Kunstgriffe, deren wir uns zur Einführung der Getränke bedienen, fußen auf zweierlei Grundverhältnissen,

---

[1] F. W. Theile in Sömmerring's Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Leipzig, 1841. 8. S. 86. 87.

der Wirkung der Eigenschwere der Flüssigkeit oder dem Druck der umgebenden Atmosphäre. Man neigt in jenem Falle das Getränk, so daß es von selbst in die Mundhöhle strömt, oder wirft es in diese in einzelnen Massen hinein. Gebrauchen wir in dem zweiten Falle den Luftdruck zu unseren Zwecken, so erweitern wir den Mundraum und schließen ihn so sehr als möglich ab, um die nöthige Luftverdünnung zu Stande zu bringen. Die Flüssigkeit, welche die Lippenöffnung berührt, wird auf diese Art eingesogen. Beide Einführungsweisen können sich in manchen Fällen gegenseitig ergänzen.

Die zweite Art des Trinkens beruht auf einem Saugmechanismus, dessen physikalische Grundbedingungen §. 171. erläutert worden sind. Sie setzt einen allseitigen Verschluß der Mundhöhle voraus und wird daher durch jede Störung des Zusammenhanges oder der geordneten Einstellung der Wände gehindert Kinder, die an Hasenscharte oder Wolfsrachen leiden, Personen mit Löchern im harten Gaumen, Menschen mit Zerstörungen des weichen Gaumens, mit Zungen- oder Gesichtslähmung stoßen deshalb hierbei auf Hindernisse. Sie können nur unvollkommen ihre Getränke einsaugen, bringen oft einen Theil derselben in die Nase oder sind in manchen Fällen gar nicht im Stande, den zur Vorbereitung nöthigen luftverdünnten Raum der Mundhöhle herzustellen.

501 Das Trinken nimmt die Thätigkeit der Zunge weniger, als das Essen in Anspruch. Sie höhlt sich oft rinnenartig aus, um eine bequemere Leitungsbahn den Flüssigkeiten darzubieten; sie nimmt bisweilen die Getränke wie ein Löffel auf und schiebt sie durch ihre Biegung oder Erhebung nach hinten fort. Andere entferntere Muskeln werden dafür desto eher bei dem Trinken in Anspruch genommen. Sollen die flüssigen Massen mit Leichtigkeit hinuntergleiten, so streckt sich der Kopf, um eine abschüssige Bahn zu erzeugen. Müssen sie eingesogen werden, so haben die Gebilde des weichen Gaumens, der Wangen und der Lippen die nöthige Nebenhilfe zu leisten.

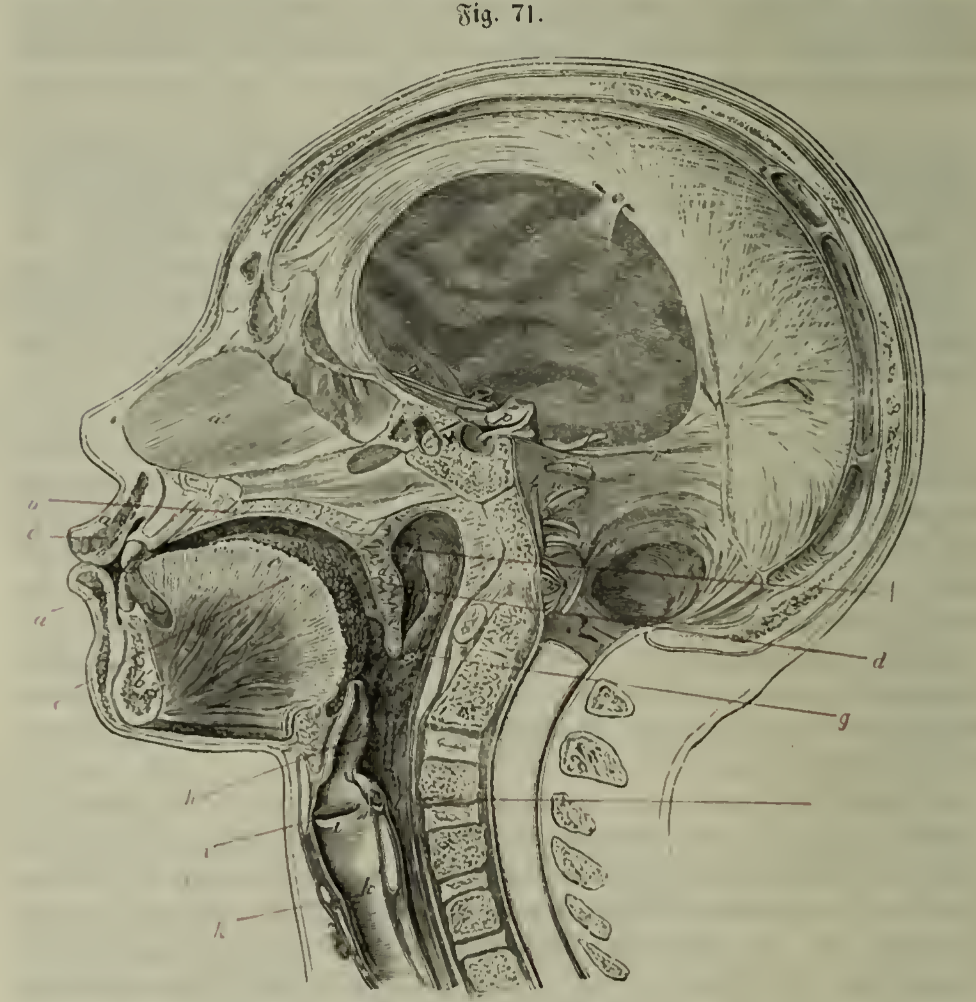
502 Hinabschlingen. — Gelangt der Bissen durch den Druck der Zunge, *c* Fig. 71., und den passiven Widerstand des harten Gaumens *b* nach der Rachenenge, so muß er unter dem Gaumenvorhang *d* und dem Zäpfchen *e* nach dem Schlunde *l* und der Speiseröhre befördert werden. Da aber die in der Nähe liegenden Mündungen der Eustachischen Trompeten, die Choanen *f* und die Stimmritze *i* keine Nahrungstheile aufnehmen dürfen, so müssen besondere Vorsichtsmaaßregeln jeden Abweg, auf den die Speisen gerathen könnten, verhüten.

503 Die Oeffnungen der Eustachischen Trompeten veranlassen die geringste Gefahr. Ihre Kleinheit, die schiefe Stellung ihrer Mündung, die Höhe ihrer Lage und die Festigkeit und Unbeweglichkeit der Wandungen, die sich von ihnen aus nach der Paukenhöhle fortsetzen, machen es fast unmöglich, daß sich in sie dichtere oder selbst flüssigere Nahrungsmittel verirren. Die für den Abschluß der Choanenöffnungen bestimmte Mechanik sichert überdieß zugleich die Ohrtrompeten. Verschlucken wir aber Luft und verdrängen einen Theil des in dem Schlundkopfe befindlichen Gases, so können wir auch eine gewisse Menge desselben in die Paukenhöhle eintreiben Sie schlägt dann an das Trommelfell an, dehnt es und erzeugt

eine Reihe von Wirkungen, die uns in der Lehre vom Hören ausführlicher beschäftigen werden.

504 Die Verhältnisse der Stimmritze gestalten sich schon verwickelter. Sie verengert sich zwar, wie Galen schon wußte, in dem Augenblicke, wo der Bissen an ihr vorübergeht. Allein ein anderer Theil, der Kehldeckel *h*, Fig. 71., dient ihr noch als Sicherheitsvorrichtung. Er klappt

Fig. 71.



sich, ehe die Speisen zu ihm gelangen[1]), wie eine Fallthür über den oberen Theil des Kehlkopfes hinüber und bildet so eine schief abgehende Brücke, die den drohenden Abgrund verbirgt. Andere später zu erwähnende Veränderungen sichern überdieß den passendsten Weg nach den unteren Theilen des Schlundes *l* und verhüten, daß kein Atom der flüssigen oder halbfesten Speisen in die Kehlkopfshöhle und die Luftröhre eindringt, die Schleimhaut reizt und Kratzen oder Husten veranlaßt.

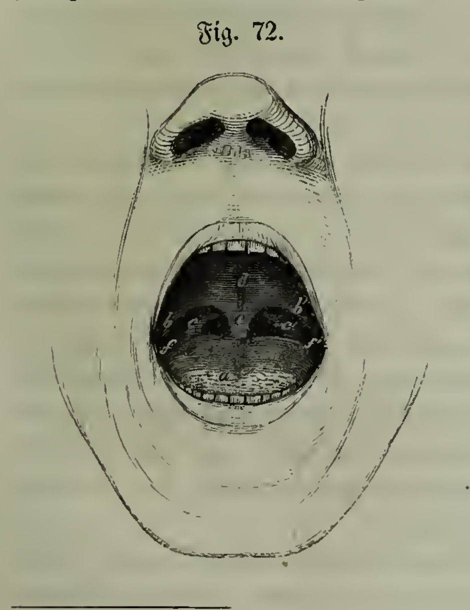
505 Die Bewegung des Kehldeckels bildet schon zum Theil eine mecha-

[1]) C. E. Noeggerath, De Voce, Lingua, Respiratione, Deglutitione Observationes quaedam. Bonnae, 1811. 8 pag. 11.

nische Folge der übrigen Stellungsveränderungen, die das Schlingen begleiten. Die Zungenwurzel hebt und schiebt sich dann nach hinten und der Schlund und der Kehlkopf nach oben. Treten nun die beiderlei Gebilde einander entgegen, so muß sich der Kehldeckel umklappen und theilweise unter dem Dache der drängenden Zungenwurzel zu liegen kommen. Eigene Muskelbündel, deren Menge in verschiedenen Menschen wechselt und die von dem Gießkannenknorpel, dem oberen Stimmbande, dem Schildknorpel und dem Schild-Gießkannenknorpelmuskel (Thyreoarytaenoideus) oder selbst noch dem Ringknorpel ausgehen, können seine Bewegung unterstützen. Während manche ältere Anatomen [1]) ihre verschiedenen Abtheilungen unter besonderen Namen (Aryepiglottidaeus und Thyroepiglottidaeus major und minor) ihrem Verlaufe nach anführten, wurden sie in neuerer Zeit [2]) in der einfachen Benennung des Umbeugers des Kehldeckels (Reflector epiglottidis) zusammengefaßt.

506 Der weiche Gaumen schließt mit seinen Nachbartheilen den Uebergang in die oberste Gegend des Schlundkopfes, der die Choanen und die Mündungen der Eustachischen Trompeten enthält, ab. Die Veränderungen, die zu diesem Zwecke eingeleitet werden, gewähren zugleich den Vortheil, daß der Bissen deutlicher geschmeckt und vollständiger mit einer Schleimhülle umgeben wird. Dachte man sich früher häufig, daß sich der Gaumenvorhang hinaufziehe, um den Eingang in die Nasenhöhle zu versperren, oder dienten andere naturwidrige Ansichten, die Verhältnisse zu erläutern, so waren es zuerst die Bemühungen von Dzondi [3]), welche die Thätigkeiten dieser verwickelten Gebilde klarer aufzufassen suchten. Alle späteren Beobachtungen vervollständigten oder berichtigten nur im Einzelnen die von ihm gelieferten Mittheilungen.

Fig. 72.



507 Ein Theil der Erscheinungen kann schon bei dem leeren Schlucken wahrgenommen werden. — Lassen wir einen Menschen den Mund so weit als möglich öffnen und drücken seine Zunge *a* mit dem Finger oder einem Spatel nieder, so finden wir, daß in der Regel die hinteren Gaumenbogen *cc'* etwas weiter nach innen, als die vorderen *bb'* stehen. Beide gleichen zwei ungefähr concentrischen Spitzbogen, die nach oben zusammenlaufen. Die unten zwischen ihnen liegenden Mandeln *ff'* sind dann noch gänzlich verdeckt oder kommen nur mit einem geringen Theile ihrer Oberfläche zum

[1]) J. D. Santorini, Observationes anatomicae. Lugd-Batav. 1739. 4. p. 110 — 114.
[2]) Theile a. a. O. S. 104.
[3]) K. H. Dzondi, die Functionen des weichen Gaumens beim Athmen, Sprechen, Singen, Schlingen, Erbrechen u. s. w. Halle, 1831. 4. S. 42 — 52.

Vorschein. Die Gegenanstrengungen, die der Versuch nicht selten hervorruft, lassen die Zustände, in denen sich das Zäpfchen *e* darstellt, wechseln. Es hängt nur selten schlaff und ruhig herab; es verkürzt sich vielmehr in einzelnen Menschen, wird hierdurch etwas dicker und krümmt sich zugleich nach vorn und oben. Es schwankt in Anderen nach vorn oder hinten und verbirgt sich bisweilen so, daß es nur noch theilweise erblickt werden kann oder auch völlig verschwindet.

508 Macht nun der Mensch Schluckbewegungen, so hebt sich nicht nur der weiche Gaumen *d*, Fig. 73., sondern die hinteren Gaumenbogen *cc'* schieben sich, wie zwei Coulissen (Kobelt), vor und rücken mit ihren Innenrändern näher an einander. Es bildet sich auf diese Weise eine Art von Scheidewand, die das Gewölbe des Schlundes von dessen mittlerem Theile abzuschließen sucht. Sie bleibt fast immer in dieser künstlichen Versuchsweise unvollständig, weil das Niederdrücken der Zunge die Hebung des Schlundes und des Kehlkopfes beeinträchtigt und das freie Spiel der hinteren Gaumenbogen *cc'* erschwert. Sie lassen daher immer noch eine Spalte *g* zwischen sich übrig — ein Nachtheil, der bei dem vollkommen regelrechten Schlingen wegfallen kann.

Fig. 73.



Die Mandeln *ff'* kommen gleichzeitig freier zu Tage. Haben sie einen größeren Umfang, so sieht man ihre gesammte nach vorn und innen gekehrte Oberfläche oder wenigstens einen großen Theil derselben. Sind sie kleiner, so werden nur ihre inneren und unteren Parthieen kenntlicher. Diese Erscheinung hat ihren bestimmten Zweck. Die Mandeln führen eine reichliche Menge Schleimes in ihren Bälgen und an den Oberflächen, die sonst zwischen den Gaumenbogen verborgen liegen. Muß der Bissen durch die Rachenenge durchgezwängt werden, so kann er die ihn glättenden Schleimmassen abstreifen, wenn sie auf die eben geschilderte Weise bloßgelegt werden. Die zusammenhängende Drüsenschicht des weichen Gaumens leistet oben den gleichen Dienst.

Die vorderen Gaumenbogen *bb'* scheinen sich während jenes künstlichen Schlingens zu verlängern und zu verschmälern. Die Entblößung der Mandeln wird hierdurch in hohem Grade begünstigt Das Zäpfchen *e* dagegen wechselt auch hier in seinem Verhalten. Es vibrirt häufig in offenbar sehr unsicherer Weise, tritt in Manchen nach vorn hervor, ver-

steckt sich in Anderen gänzlich oder krümmt sich sogar nach hinten oder oben. Es gelingt in vielen Fällen, deutlich wahrzunehmen, wie es sich nach hinten wendet, um die Lücke, welche die nach innen gezogenen hinteren Gaumenbogen übrig lassen, auszufüllen.

Neigt sich auch nicht der Kopf nach hinten und wird er selbst ganz senkrecht gehalten, so steht doch die Scheidewand, die der Gaumenvorhang *d*, das Zäpfchen *e* und die hinteren Gaumenbogen *cc'* bilden, schiefer, als im ruhenden Zustande, und dacht sich von oben und vorn nach unten und hinten ab. Die Ebene, in der sie liegt, ist jedoch immer mehr oder minder geneigt und geht in einem Bogen in die des harten Gaumens über.

509 Die eben geschilderte Untersuchungsweise kann nur ein unvollkommenes Bild der Mechanik des Schlingens liefern. Das gewaltsame Niederdrücken der Zunge, das beengte oder gehinderte Emporsteigen des Schlundes und des Kehlkopfes, die krampfhafte Reizung, die der Versuch veranlaßt, und das leere Schlucken selbst ändern die Einzelerscheinungen in bedeutendem Maaße. Will man daher diese Mängel ergänzen, so stehen noch zwei Wege, die ebenfalls ihre Uebelstände haben, offen. Man beobachtet Kranke, in denen die Schlingwerkzeuge in Folge einer Verletzung frei zu Tage liegen. Das Spiel der einzelnen Theile kann zwar hier ohne beeinträchtigende und gewaltsame Nebenbedingungen wahrgenommen werden. Allein die Natur der Verwundung läßt dann manchen Act in regelwidriger Weise vor sich gehen. Schließt man aber aus den Formen, welche der Leichnam darbietet, auf die Wirkungsweise der Theile, die sich im Leben dem unmittelbaren Anblicke entziehen, so geräth man leicht auf Irrwege, weil die Erschlaffung der todten Gebilde und der verwickelte Gang des Processes die Uebersicht erschwert.

510 Ein 22jähriger Mann, in dem die rechte Seitenwand der äußeren Nase und der Nasenhöhle mit den hier befindlichen Muscheln, die knöcherne Nasenscheidewand und ein Theil des Oberkiefers und des Jochbeines entfernt und die Highmorshöhle eines Aftergewächses wegen geöffnet worden war, ließ nach Bidder[1]) erkennen, daß der weiche Gaumen schon in ruhendem Zustande schief, nicht aber senkrecht herabhing. Blickte man von oben hinunter, so gewahrte man eine Art eigenthümlicher Vertiefung zwischen dem hinteren Rande des harten Gaumens *b*, Fig. 71., und der Hinterwand des Schlundes *g*. Schluckte der Mensch nur mit mäßiger Anstrengung, so hob sich der Gaumenvorhang, bildete eine den harten Gaumen wagerecht nach hinten verlängernde Platte und stellte sich sogar ein wenig mit seinem Mitteltheile nach oben empor. Der hintere Rand setzte sich mit einer Wölbung in die Hinterwand des Schlundes fort und zeigte eine in seiner Mitte gelegene und durch das Zäpfchen verursachte Erhöhung. Wurden die Schlingbewegungen kräftiger, so berührte die weiche Gaumenplatte die Hinterwand des Schlundes, an der das Zäpfchen dahingleitete, unter einem rechten Winkel.

---

[1]) F. H. Bidder, Neue Beobachtungen über die Bewegungen des weichen Gaumens und über den Geruchssinn. Dorpat, 1838. 4. S. 7 — 13.

Ein 51jähriger Soldat, bei dem der Kehldeckel mit seinen Nachbargebilden durch einen unvollkommen geheilten Säbelhieb entblößt war und den Kobelt [1]) und Nöggerath [2]) genauer untersucht haben, zeigte noch, daß die Hinterseite des Schlundes der durch die hinteren Gaumenbogen erzeugten Scheidewand entgegenkommt und sich an sie anlegt, um den Abschluß des Schlundgewölbes zu vervollständigen. Die anatomischen Untersuchungen von Tourtual [3]) lehren das Gleiche und lassen den oberen und die obere Hälfte des mittleren Schlundkopfschnürers (Constrictor faucium) als die Erreger dieser Veränderung ansehen.

511 Das Verwickelte des ganzen Herganges macht es noch häufig zweifelhaft, welche Muskeln für die einzelnen Acte des Schlingens in Anspruch genommen werden. Das rasche Spiel des Quermuskels der Unterkinnlade (Mylohyoideus), des Kinn- (Geniohyoideus) und des Griffelzungenbeinmuskels (Stylohyoideus), so wie des Kinn- (Genioglossus), des Griffel- (Styloglossus) und vielleicht des Zungenbeinzungenmuskels (Hyoglossus) hebt das Zungenbein und preßt die Zunge gegen den hinteren Theil des harten und die vordere oder untere Fläche des weichen Gaumens. Der Kehlkopf, der sein passives Nachfolgen durch die Thätigkeit des Schildzungenbeinmuskels (Hyothyreoideus) unterstützen kann, dreht sich nach Magendie [4]) mit seinem Ringknorpel auf den unteren Hörnern des Schildknorpels und stellt sich hierdurch schief von oben nach unten. Der Griffel-Schlundkopfmuskel (Stylopharyngeus), dessen Wirkung der innere Schlundkopfheber (Salpingopharyngeus) zu ergänzen vermag, hebt den Schlundkopf in die Höhe und kann ihn selbst, wenn es nöthig wird, der Breite nach erweitern.

512 Diese verschiedenen Thätigkeiten greifen zur rechten Zeit ein, um die Bestimmung des weichen Gaumens und der Nachbartheile zu unterstützen. Wird der Bissen mittelst des gegen den harten Gaumen gerichteten Druckes der Zungenwurzel durch die vordere Rachenenge geschoben, so ziehen nach Tourtual [5]) zwei kleine vordere Gaumenheber (Levatores palati anteriores) die vordersten Seitentheile des Gaumenvorhanges dicht an dem harten Gaumen in die Höhe und spannen sie in geringem Grade der Quere nach an. Der größere Gaumenheber (Levator palati mollis s. Petro-salpingo-staphylinus), der vielleicht gleichzeitig von dem umschlagenen Gaumenmuskel (Tensor palati s. Spheno-salpingo-staphylinus) unterstützt wird, und der Zäpfchenmuskel (Azygos uvulae) leiten die Dachbildung des Gaumenvorhanges ein. Ist der Bissen durch die vordere Rachenenge gedrungen, so wird ihm der Rückgang durch die aufgewulstete Zungenwurzel, die sich an die vorderen Gaumenbogen und den Gaumen-

---

[1]) Kobelt in Froriep's Notizen. Aeltere Reihe Nr. 345. 1840. 4 S. 220—222.
[2]) Noeggerath a. a. O. pag. 11. 12.
[3]) C. Th. Tourtual, Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Leipzig, 1846. 8. Seite 86.
[4]) Magendie a. a. O. p 176.
[5]) Tourtual a. a. O S. 71. 72.

vorhang anzuschmiegen sucht, abgeschnitten. Können ihn die beiderlei Gaumenschnürer (Constrictores faucium s. Glossopalatini und Pharyngopalatini) pressen, so bleibt ihm nur der richtige Weg offen. Die hinteren Zusammenschnürer der Rachenenge (Pharyngopalatini) lassen indeß die hinteren Gaumenbogen coulissenartig vortreten, die oben erwähnten Muskeln den Gaumenvorhang seine Scheidewand bilden, die früher angegebenen Theile den Schlundkopf entgegenkommen, die Griffelschlundmuskeln und die Zungenbeinmuskeln den Weg verkürzen und in Verbindung mit den Stellungsveränderungen des Zungenbeins, der Zunge und des Kehlkopfes den Kehldeckel umklappen, die Stimmritze sichern und die Bahn günstiger stellen. Speisen und Getränke gleiten daher rasch in die Tiefe des Schlundes, werden hier durch die Schlundschnürer (Constrictores pharyngis) weiter gepreßt und der Speiseröhre überliefert. Muskelfasern, die von dem Schlunde nach dem Kehldeckel hingehen (Musculi pharyngo-epiglottici nach Tourtual[1]) (§. 505.), können noch manche Seitenverirrungen durch das Einwärtsziehen der von ihnen abhängigen Schleimhautfalten verhüten und selbst flüssigen Stoffen ihren richtigeren mittleren, hinter dem Ringknorpel gelegenen Pfad anweisen.

Es ergiebt sich von selbst, daß häufig augenblickliche, durch Unachtsamkeit veranlaßte oder anhaltende, durch organische Fehler bedingte Störungen einen so verwickelten Act, wie das Schlingen, in Unordnung bringen müssen. Wir haben schon früher gesehen, welche nachtheilige Folgen die bleibende Unmöglichkeit des Abschlusses von der Nasenhöhle nach sich zieht (§. 500.). Trinkt ein Mensch sehr hastig oder verschluckt er rasch halbweiche Körper von zu großem Umfange, so kann es vorkommen, daß sich ein Theil durch die Choanen in die Nase verirrt, hier Tastempfindung anregt und selbst Niesen verursacht. Die Lage der Gebilde begünstigt diese Gefahr in höherem Grade, wenn die Nahrungsmittel von der Speiseröhre und dem Schlunde in die Höhe getrieben werden. Verirrungen der Art kommen daher häufiger bei dem Erbrechen als dem Schlucken vor.

Die Stimmritze bereitet öfter Verlegenheiten. Der Mangel des Kehldeckels hindert zwar nicht das regelrechte Niederschlucken, weil die Bewegungen der Zunge, der gleichzeitige Verschluß der Glottis und die günstige Einstellung der benachbarten Schleimhautfalten als Ergänzungsmittel dienen können. Die geringste Unregelmäßigkeit läßt aber dann leicht Theile der Speisen und der Getränke in den Kehlkopf und die Luftröhre eindringen[2]). Der Reiz der Schleimhaut wird in diesem Falle durch Husten beantwortet. Sprechen oder lachen wir während des Essens, kreuzt sich mithin der Ausathmungsstrom mit dem nothwendigen Verschluß der Stimmritze, so kann der gleiche Uebelstand bei dem sogenannten Verschlucken eintreten. Es können sich unter unglücklichen Verhältnissen Kerne von Früchten oder andere feste Körper in die Stimmritze einkeilen und Erstickungsgefahr, wo nicht den Tod selbst herbeiführen.

Dringen Halswunden oberhalb oder unterhalb des Kehldeckels in den Schlund ein, so kommt ein Theil des Genossenen zur künstlichen Oeffnung heraus. Ein passender elastischer Verschluß vermag bisweilen diesen Uebelstand für den Augenblick zu beseitigen.

513 Hat die untere Hälfte des Schlundes die Nahrungsmittel in Empfang genommen, so sind auch schon wieder seine Hebemuskeln erschlafft und alle Theile in die frühere Lage zurückgekehrt. Der mittlere und der untere Schlundkopfschnürer pressen den Bissen schnell weiter. Die verschiedenen Schlundkopfschnürer und die Theile des obersten von ihnen, die man

[1]) Tourtual a. a. O. S. 87.
[2]) Vergl Reichel in P. W. Lund, Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit Kopenhagen, 1825. 8. S. 11.

mit den Namen des Kiefer- (Mylopharyngeus), des Backen- (Buccopharyngeus) und des Flügel- oder Keilbein-Schlundkopfmuskels (Pterygopharyngeus und Sphenopharyngeus) bezeichnet, können zugleich benachbarte Schleimdrüsen ausdrücken und die Glättung der Leitungsbahn befördern.

514 Die wellige Bewegung, die schon in dem Schlunde auftritt, setzt sich auch auf die Speiseröhre fort und kehrt häufig in den späteren Röhrengebilden der Verdauungsorgane wieder. Verläuft sie von dem Munde nach dem After, so nennt man sie peristaltisch und im entgegengesetzten Falle antiperistaltisch. Die abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung der Theile schiebt die Nahrungsmittel von Stelle zu Stelle weiter. Die Beobachtung eines jeden Pferdes kann uns das allmählige Fortrücken der Bissen deutlich zur Anschauung bringen. Haben wir eine größere Masse auf ein Mal verschluckt, so fühlen wir, wie sie nicht ohne Aufenthalt herabgeht, sondern nach und nach längs der Wirbelsäule herunterrückt. Legt man die Speiseröhre lebender Thiere bloß, so bestättigt sich das Gleiche. Die Bewegung, die an den oberen zwei Drittheilen der Speiseröhre kürzere Wellen zu bilden pflegt, wird dann im Allgemeinen bei dem Verschlucken von bloßer Luft am kräftigsten. Sehr umfangreiche feste Bissen können sie dagegen in hohem Grade verlangsamen.

Wir werden in der Nervenphysiologie näher zu untersuchen Gelegenheit haben, inwiefern die Schluckbewegungen von dem Willen abhängen oder nicht. Der Mensch unterscheidet sich hier wahrscheinlich von vielen anderen Geschöpfen, weil die untere Hälfte seiner Speiseröhre einfache Muskelfasern enthält. Die quergestreiften setzen sich dagegen in vielen Säugethieren bis zur Cardia des Magens fort.

Soll die Mechanik des Hinabschluckens auf keine Hindernisse stoßen, so müssen sich der Schlund und die Speiseröhre frei bewegen können und einen gleichförmigen für die Aufnahme des Bissens bestimmten Hohlcanal darbieten. Ist aber der Oesophagus an einer Stelle seines Verlaufes verengt, knorpelartig verhärtet oder durch Ausschwitzungen verdickt, so können sich nicht die Wände gehörig ausdehnen und zusammenziehen. Festere und größere Bissen stoßen daher schon bei mäßigen Entartungsgraden auf Widerstand. Ist der Durchgang noch beengter, so wird oft das Schlucken gänzlich gehindert. Hat die Speiseröhre einen Nebensack oder ein sogenanntes Divertikel, so verirren sich leicht Theile der Nahrungsmittel in diese seitliche Höhle, dehnen sie aus, erregen bisweilen noch Entzündung und Ausschwitzung und vergrößern jedenfalls das Uebel. Drücken benachbarte Kröpfe, verhärtete Saugaderdrüsen, Knochenauswüchse oder Geschwülste anderer Art die Speiseröhre zusammen, so muß ebenfalls das Schlingen beschwerlich werden. Die sogenannte Dysphagia lusoria soll dadurch entstehen, daß die rechte Schlüsselbeinschlagader unregelmäßiger Weise zwischen der Luft- und der Speiseröhre durchgeht und mit Blut überfüllt, die letztere zusammendrückt.

Kann der Kranke nicht schlucken, so bemüht man sich, ihn so lange als möglich durch nahrhafte Klystiere und Bäder zu erhalten. Ist seine Speiseröhre durch einen Versuch der Selbstentleibung durchschnitten worden, so führt man eine Schlundsonde hinab und sucht hierdurch zu verhüten, daß das Verschluckte durch die Nebenöffnung austrete. Man bringt gewöhnlich die elastische Sonde durch die Nasenlöcher ein, weil man sie dann leichter nach dem Schlunde umbiegen und durch die Speiseröhre hinabstoßen kann. Die Chirurgie hat aber bis jetzt noch nicht ein Mittel versucht, das zur Erhaltung eines Menschen, dessen Ernährung durch den Mund unmöglich ist, mit Nutzen dienen dürfte. Die Erfahrung lehrt, daß Menschen und Thiere mit Magenfisteln Jahre lang leben können. Sie verdauen Speisen, die ihnen von außen durch die Oeffnung der Bauchdecken eingeschoben werden. Es wäre mithin immer möglich, durch Anlegung einer solchen Magen-

fistel, die nach den von Bassow [1]) an Hunden angestellten Versuchen leicht gelingt, für eine bessere Ernährung, als durch bloße Klystiere oder Bäder zu sorgen.

Die Schleimhaut der Speiseröhre ist rauher und trockener, als die der meisten übrigen Abtheilungen der Verdauungswerkzeuge. Während ihr Epithelium eine verhältnißmäßig dicke Lage bildet, durchsetzen nur die Ausführungsgänge ihrer Drüsen die Muskelschicht. Da die Endköpfchen hinter dieser liegen [2]); so können sie nicht mittelst ihrer Zusammenziehung ausgepreßt werden und sind mithin nur auf ihre eigenen Kräfte angewiesen. Ist der Bissen zu groß oder mit zu wenig Schleim äußerlich umhüllt, so gleitet er langsam längs der Speiseröhre hinab. Das dicke hornige Epithelium kann aber leichter, als ein feineres die Empfindungen der Reibung, des Druckes und der Wärme, welche die Nahrungsmittel sonst veranlassen, mäßigen. 515

Verschlingt ein Mensch sehr heiße Bissen, so verbrennt er sich bisweilen die Schleimhaut seiner Speiseröhre in solchem Grade, daß sich später der Epithelialüberzug in einer großen Strecke loslöst und als eine helle weiße Röhre ausgebrochen wird. Die mikroskopische Untersuchung zeigte nur in einem Falle eine Ansammlung von Epithelialzellen und Ausschwitzungsproducten, nicht aber Zellgewebe-, elastische oder Muskelfasern. Die Ausmündungsstellen der Drüsengänge waren deutlich wahrzunehmen.

Der unterste Theil der Speiseröhre zieht sich mit solcher Kraft zusammen, daß die benachbarte Schleimhaut aufgewulstet und als eine Erhebung in die Cardiamündung eingestoßen wird. Lebende Thiere, an denen man diese Theile bloßlegt, lassen die Erscheinung leicht erkennen. Halle [3]) bemerkte sie überdieß noch an einer Frau, die mit einer Magenfistel versehen war. 516

Magenbewegung. — Die verschiedenen Thätigkeiten, die das Schlucken bedingen, führen ohne Verzug die Nahrungsmittel auf den ihnen angewiesenen Bahnen dahin. Was aber hier von Vortheil ist, würde nur Uebelstände im Magen bereiten. Der Verdauungsproceß, der in ihm eingeleitet werden soll, fodert einen längern Aufenthalt. Die Speisen müssen an diesem Orte eine gewisse Zeit bleiben, damit der Magensaft einen Theil von ihnen auflöst und das Ganze in Speisebrei oder Chymus verwandelt. Nur dasjenige, was schon der gehörigen Verarbeitung unterlegen, darf in den Zwölffingerdarm übergehen. Kam daher der Bissen auf ein Mal durch die Cardia *b*, Fig. 74., herunter, sammelten sich die einzelnen hinabgeführten Massen zu einem größeren Ganzen, so können sie nur wieder in kleineren Bruchstücken durch den Pförtner *h* entlassen werden. 517

Die Mechanik des Magens hat daher zweierlei eigenthümliche Zwecke zu verfolgen. Sie muß die gehörige Durchtränkung und Verknetung mit Magensaft einleiten und zur rechten Zeit das Verarbeitete nach und nach entfernen. Die pünktliche Lösung dieser Aufgaben kann nicht bloß von der Einrichtung der Muskeln abhängen. Die nervösen Leiter bestimmen,

[1]) Bassow in Froriep's neuen Notizen. Nr. 630. 1844. S. 212 — 214.
[2]) Th. C. W. Bischoff in Müller's Archiv. 1838. S. 508.
[3]) Magendie, Précis élémentaire de Physiologie. Quatrième Edition. Bruxelles, 1834. 8. pag. 178.

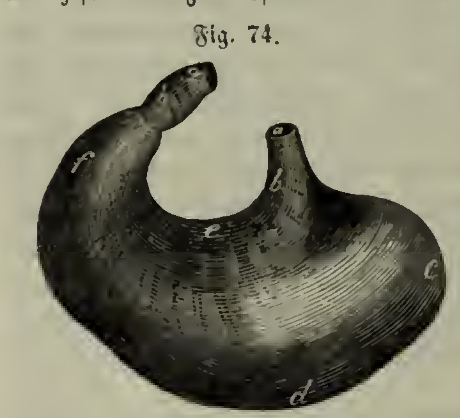
wann der Verschluß des Magens kraftvoll unterhalten oder in zweckmäßiger Weise aufgehoben werden soll.

518 Die Getränke können schon einfachere Bedingungen voraussetzen. Ein Theil von ihnen geht sogleich in das Blut über; ein anderer wandert bisweilen in peristaltischer Richtung fort. Coleman will Wasser, das man einem Pferde verabreicht hatte, 6 Minuten später in dem Blinddarme wiedergefunden haben.

519 Die Alten suchten oft die Hauptbestimmung des Magens in der mechanischen Verkleinerung der Speisen (Trituratio ciborum). Läßt aber diese Auffassungsweise die wichtige Rolle des Magensaftes unberücksichtigt, so ertheilt sie überdieß dem menschlichen Magen Fähigkeiten, die er nicht besitzt. Er hat nicht Kraft genug, irgend feste Körper zu zerreiben. Theile, die weder durch das vorangegangene Kauen zerschnitten worden sind, noch von dem Magensafte chemisch angegriffen werden, durchwandern den Magen ohne Störung ihres Zusammenhanges. Will ihm aber die Natur größere mechanische Einflüsse verleihen, so versieht sie ihn auch mit außerordentlichen Hilfsmitteln. Er erhält auf diese Weise seine Horn- und Zahnbewaffnung in vielen Insekten, Krebsen und anderen Geschöpfen. Die hornige Epithelialschicht wird zu einer dicken, harten Kruste in dem muskelreichen Magen der Hühner, damit die Kieselsteine, die sie verschlucken, die harten Schalen der verzehrten Samenkörner mühlsteinartig zerreiben, ohne Schmerzen anzuregen.

520 Der dünne und weiche Magen des Menschen und der meisten Säugethiere kann nur halbfeste Nahrungsmassen zusammenballen, lockere von einander trennen und das Aufgelöste oder Flüssigere abstreifen, um es in den Pförtner zu befördern. Seine Längenfasern, die von der Cardia *b*, Fig. 74., ausgehen, in einzelnen zerstreuten Bündeln an dem aufgeblasenen Magen verlaufen und sich vor dem Uebergang in den Zwölffingerdarm zu den Pförtnerbändern sammeln, können ihn in Verbindung mit der inneren Querschicht wagerechter Fasern der Breite nach, von *c* nach *f*, verkürzen. Da aber die senkrechten Kreisfasern in der Richtung von der kleinen nach der großen Krümmung, von *e* nach *d*, oder umgekehrt wirken, so vermag sich jede Achse des Magens zu verändern. Das ganze Organ ist im Stande, seinen Umfang in hohem Grade zu verkleinern und die Nahrungsmittel fortzuschieben, längs seiner Wände hinzubewegen oder im Kreise herumzudrehen. Die Ballen, die häufig in dem Magen der Wiederkäuer und des Pferdes vorkommen und deren Haare auf das Zierlichste verflochten zu sein pflegen, geben gleichsam ein plastisches Bild der Regelmäßigkeit, mit welcher der Magen seinen Inhalt herumwälzen kann.

Fig. 74.



521 Giebt die Cardia nicht nach, so muß sich der Innenraum des Magens

des luftdichten Verschlusses der Unterleibshöhle wegen (§. 174.) auf den kleinsten Umfang beschränken. Die Schleimhaut liegt deshalb der Füllungsmasse genau an und bestreicht sie mit Schleim, so wie sich der Druck durch die Zusammenziehung der Muskelfasern verstärkt. Ihre Epithelialelemente streifen sich wahrscheinlich bei diesem Processe los. Die gallertige Masse des Speisebreies enthält oft Körnchen, Kerne und selbst, z. B. im Schweine, cylindrische Zellen[1], die von der Schleimhaut oder den Magendrüsen herrühren.

522 Die einzelnen Bewegungen, die während der Magenverdauung zum Vorschein kommen, wechseln nach der Form und Reizbarkeit des Magens und der Beschaffenheit der Speisen. Die Beobachtungen, die bis jetzt an lebenden Menschen und Thieren angestellt worden, reichen nicht hin, alle Vorgänge vollkommen klar zu machen und übersichtlich zusammenzufassen.

523 Legt man die Speiseröhre und den Magen von Hunden oder Katzen bloß, so setzt noch jene ihre Wellenbewegungen nach Magendie und Joh. Müller[2]) fort, wenn selbst schon die Speisen in den Magen heruntergetrieben worden sind. Diese Erscheinung, die ½ bis 10 Minuten anhalten kann, dauert in der Regel um so länger, je gefüllter der Magen ist. Der Verschluß der Cardiamündung fällt nach Magendie[3]) mit der Zusammenziehung des Zwerchfells und der Einathmung und ihre Erschlaffung mit dem Ausathmen zusammen.

524 Hat ein Kaninchen viel trockenes Futter zu sich genommen, so finden wir es als eine zusammengeballte Masse in dem Magen wieder. Sie wird im Anfange von der Schleimhaut dicht umschlossen und ist an ihrer Oberfläche mit einer gallertigen Speisebreischicht überzogen, in ihrem Innern dagegen dichter, trockener und brüchiger. Hat die Verdauung eine Zeit lang gedauert, so besitzt der Magen mit seinem Inhalt einen kleineren Umfang. Die verflüssigten Lagen sind theils aufgesogen, theils mit festen Bruchstücken gemengt nach dem Zwölffingerdarm hinübergewandert. Eine neue Schicht von Magenschleim überzieht den Rest und das Ganze ist schon mit mehr Flüssigkeit durchdrungen. Setzt sich dieses in gleicher Art fort, so muß nach und nach alles Genossene aus dem Magen entfernt werden.

525 Erhielt eine Katze größere Mengen von Milch und kleinere von Brod, so blähte sich ihr bloßgelegter Magen nach Budge[4]) allmählig auf und sank dann wieder zusammen. Die flüssigen Theile der Speisemasse, die in dem Blindsacke *c*, Fig. 74., lagen, zogen sich hierbei früher nach dem Pförtner *f* hin. Der feste Rückstand schien dafür eine erhöhte Thätigkeit in dem Blindsacke *c* zu veranlassen; denn er machte ihn röther und wärmer. Er wanderte endlich mit flüssigeren Massen vermischt nach dem

---

[1]) A. Wasmann de Digestione nonnulla. Berolini, 1839. 8. p. 12.
[2]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Vierte Auflage. Bd. I. Coblenz, 1843. 8. S. 412.
[3]) Magendie a. a. O. p. 182.
[4]) Budge in dem niederrheinischen Organ für die gesammte Heilkunde. Bd. I. Bonn. 1841. 8. S. 134 fgg.

Pförtner *f* und drang durch dessen Mündung *h* in den Zwölffingerdarm *g* ein.

526 Manche Forscher, die ihre Beobachtungen an Säugethieren angestellt haben, und Beaumont [1]), der zu diesem Zwecke einen an einer Magenfistel leidenden Menschen untersuchte, bemerkten noch eigenthümliche Drehbewegungen, denen die festen Nahrungsmittel unterworfen werden. Sind sie in den Magen eingedrungen, so gelangen sie in den Blindsack *c*, gehen dann längs der großen Krümmung *d* von links nach rechts weiter und kehren an der kleinen Krümmung *e* zurück. C. H. Schultz nimmt an, daß die Größe des Blindsackes einen bedeutenden Einfluß auf diese Erscheinungen ausübt. Pflanzenfresser, wie das Pferd oder das Kaninchen, die einen geräumigen Fundus besitzen, sollen jene Kreisbewegung längs der Magenkrümmungen am deutlichsten darbieten; Fleischfresser dagegen, z. B. der Hund und die Katze, ein bloßes Hin- und Zurückschieben ihres kleineren Blindsackes wegen gestatten. Eine abwechselnde Zusammenziehung und Erweiterung des Pförtnertheiles wurde von Beaumont an Menschen und von Magendie am Hunde beobachtet. Ist der Magen mit Nahrungsmitteln gefüllt, so erreicht sie nur eine geringere Ausdehnung; sie kann sich aber sonst bis zum Blindsacke erstrecken. Alle diese Angaben müssen noch genauer geprüft werden, ehe man sie zu einer klaren Gesammtanschauung vereinigt.

527 Legt man den Magen eines lebenden Thieres bloß, so bleibt er oft vollkommen ruhig. Geräth er aber auch in Bewegung, so ist diese in der Regel langsam und schwach. Sie scheint eher in Kaninchen, deren Magen voll zu sein pflegt, als in Fleischfressern vorzukommen. Die Zusammenziehung geht oft von dem Pförtner aus und setzt sich bis zur Mitte des Magens, seltener dagegen weiter fort. Das Organ schnürt sich auch bisweilen durch eine und seltener mehrere Längenfurchen, die auf seiner queren Achse senkrecht stehen, ein oder verringert seinen Umfang im Ganzen.

528 Während sich die Cardia, wie wir gesehen haben, von Zeit zu Zeit lüftet, bleibt der Pförtner in hartnäckigerer Weise geschlossen. Seine Mündung giebt nur nach, wenn die Zusammenziehung der rechten Magenhälfte Substanzen in den Zwölffingerdarm überführt. Schneidet man den Magen eines lebenden oder eben getödteten Thieres aus, so hält in der Regel der Pförtner so fest, daß er in die Magenhöhle gegossenes Wasser nicht durchläßt. Die Pförtnerklappe schließt übrigens besser, wenn sie in der Richtung vom Magen nach dem Zwölffingerdarm, als in umgekehrter Weise in Anspruch genommen wird. Dieser Umstand scheint es auch im Leben zu begünstigen, daß bisweilen galligte Stoffe und selbst Kothmassen, wenn die unteren Darmtheile verschlossen sind, erbrochen werden. Durchschneidet man die Pförtnerbänder, so schwindet die Klappe größtentheils [2]).

---

[1]) W. Beaumont, Experiments and Observations on the gastric Juice and the Physiology of Digestion. Boston, 1833. 8. In's Deutsche übersetzt von B. A. Luden. Leipzig, 1834. 8.

[2]) S. Th. Sömmerring, Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet und beendigt von E. Huschke. Leipzig, 1844. 8. S. 56.

Der gefüllte Magen nimmt eine andere Stellung, als der leere an. 529 Ist dieser senkrecht an der Speiseröhre und seinen übrigen Befestigungen aufgehängt, so dreht sich jener von unten nach oben vermöge der durch die Füllung bedingten Nebenverhältnisse. Seine kleinere Krümmung tritt mehr nach hinten und seine größere nach vorn; seine hintere Fläche nach unten und seine vordere nach oben. Die Größe dieses Wechsels hängt von der Masse der Speisen und der Thätigkeit des Magens ab.

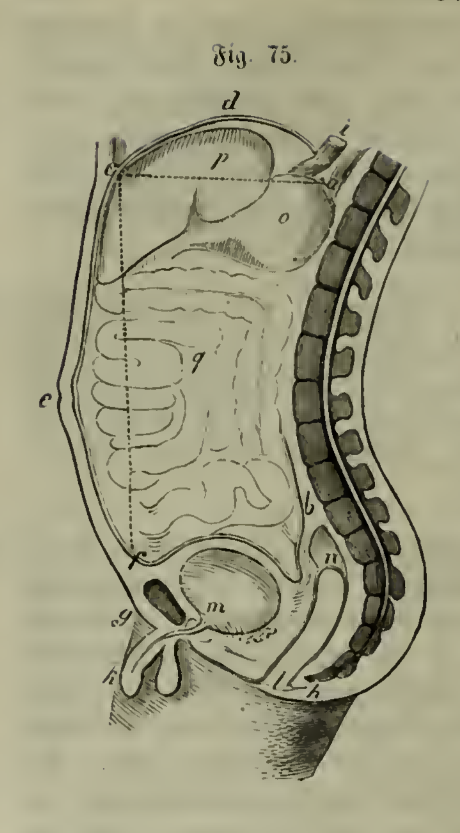
Aufstoßen und Erbrechen. — Stützt sich die regelrechte Mechanik der Verdauungswerkzeuge auf peristaltische Bewegungen, so haben wir es hier mit antiperistaltischen zu thun. Beide Erscheinungen, die des Aufstoßens und des Erbrechens, weichen nur gradweise unter einander ab. Die Rückkehr des Mageninhaltes in die Mundhöhle bildet ihr gemeinschaftliches Endziel. 530

Hat man reichliche Speisemengen genossen und Luft mit ihnen in den 531 Magen eingeführt oder entwickeln sich Gasarten in Folge des Verdauungsumsatzes, so werden sie häufig durch den Mund ausgestoßen. Die bald zu beschreibende Bauchpresse kann sie zur Cardiamündung hervortreiben und ohne Weiteres oder mittelst der antiperistaltischen Bewegung nach oben führen. Da Flüssigkeiten dem Drucke leichter ausweichen, so stoßen häufig Luftarten oder flüssigere Bestandtheile des Genossenen auf. Die künstliche und von einem eigenthümlichen Tone begleitete Austreibung von Gasen dagegen, die viele Menschen in ihrer Gewalt haben, fußt auf einem einfacheren Vorgange. Personen der Art schlucken zuerst Luft, führen sie eine Strecke weit, und zwar meist nur bis zum Anfange der Speiseröhre oder dem Ende des Schlundes hinab und drücken sie dann mit einer in der Regel unwillkührlichen Tönung, die aber absichtlich verstärkt werden kann, hervor. Die Bauchpresse wird hierzu fast gar nicht in Anspruch genommen.

Gehört das Erbrechen zu den natürlichen Thätigkeiten, so mangelt 532 der größte Theil der Beschwerden, die ihm sonst unter regelwidrigen Bedingungen vorausgehen. Kleine Kinder befördern ihren Mageninhalt im Augenblick in die Mundhöhle und werden nachher höchstens durch den säuerlichen Geschmack des Hinaufgetriebenen oder das Niesen und Husten, das einzelne verirrte Bruchstücke veranlassen, belästigt. Die Wiederkäuer, deren Organisation das Brechen als Nothwendigkeit voraussetzt, empfinden keine Uebelkeit bei diesem Acte. Wird es künstlich angeregt, so kommen auch andere mechanische Verhältnisse, als in regelrechtem Zustande zum Vorschein.

Die Bauchpresse bildet das kräftigste Mittel, das zu diesem Zwecke 533 als Nebenhilfe gebraucht wird. Nehmen wir an, Fig. 75. stelle einen ideellen, senkrechten, von vorn nach hinten gehenden Mitteldurchschnitt des Unterleibs dar, so entspricht *ab* den Wirbelkörpern, *adc* dem erschlafften

Fig. 75.



und nach oben gewölbten Zwerchfell, *cef* den nachgebenden Bauchdecken, *fmnb* der unteren Wand der Bauchhöhle und *g l* dem Damme. *i* bezeichnet die Speiseröhrenmündung des Zwerchfells, *mk* die Ausgänge der Harn- und Geschlechtswerkzeuge, *nl* den untersten Theil des Mastdarmes und *l* die Aftermündung.

Athmet der Mensch, wie gewöhnlich ein, so zieht sich das Zwerchfell zusammen, flacht sich zu *cpa* ab und drückt auf die unter ihm liegenden Theile. Da aber die Bauchdecken *cef* in diesem Augenblicke erschlafft sind, so geben sie nach und gestatten den zum Ausweichen nöthigen Raum. Sie ziehen sich bei dem Ausathmen zu *cf* zusammen und drücken die Unterleibsgebilde gegen das dann wieder erschlaffte Zwerchfell *cdia* hinauf. Wir haben daher nur untergeordnete Schwankungen.

Das Zwerchfell kann sich aber auch zu derselben Zeit, wie die Bauchmuskeln (Obliqui externi und interni, Transversi, Recti und Pyramidales abdominis) verkürzen. Verwandelt sich hierdurch der Raum *aidcefmnb* in *apcfmnb*, so müssen die in ihm luftdicht eingeschlossenen Unterleibsorgane einen bedeutenden Druck aushalten. Die so erzeugte Bauchpresse wird deren Inhalt, wo es angeht, nach außen hervorzutreiben suchen. Bleiben die Ausgänge der Harn- und Geschlechtstheile *mk* und die Aftermündung *l* geschlossen, während die Cardiamündung offen ist oder leichter gelüftet werden kann, so kann der Mageninhalt durch *i* in die Speiseröhre gedrückt und durch deren antiperistaltische Bewegung weiter hinauf befördert werden. Geht der Brustkasten weiter nach unten (oder bei den Vierfüßern nach hinten), so wird hierdurch der Druck, der von oben her wirkt, verstärkt und der Einfluß der Bauchpresse erhöht.

534 Ist der Magen gefüllt, so reicht der kraftvolle Stoß der eben geschilderten Mechanik hin, den Rückgang der Speisen zu vermitteln. Eigenthümliche Zusammenziehungen des Magens, die von dem Pförtner nach dem Blindsacke verlaufen, können ihn überdieß noch unterstützen. Die äußere Besichtigung eines Kindes, das sich erbricht, oder eines Wiederkäuers, der seine Nahrungsmittel hinaufstößt, lehrt schon, daß hier die Bauchpresse eine wesentliche Rolle hat und nicht der Magen allein das Ganze leitet.

Betrachten wir das krankhafte oder das künstlich angeregte Erbrechen, so gehen ihm fast immer mannigfache Beschwerden voran. Der Mensch hat ein unangenehmes Gefühl

in der Magengegend und empfindet ein dumpfes Drücken, ein Brennen oder Ziehen. Der Druck stellt sich vorzüglich nach Ueberfüllung des Magens ein und ist nicht selten von Kopfschmerz, vorzüglich der Stirngegend, Unbehaglichkeit, fadem oder üblem Geschmack im Munde, Appetitlosigkeit, Ekel vor den Speisen, Abgeschlagenheit des Körpers und des Geistes, Neigung zum Frösteln, Erhöhung der Körperwärme und ähnlichen Unannehmlichkeiten begleitet. Das Brennen erscheint eher in Hysterischen oder anderen Nervenkranken, die häufig bei leerem Magen von Brechanfällen heimgesucht werden, in Leuten, deren Verdauungswerkzeuge zu empfindlich sind und in Menschen, die ein Brechmittel zu ärztlichen Zwecken genommen haben. Es verbindet sich leicht mit einem unangenehmen Gefühl von Ziehen und Kneipen und steigert sich nicht selten zu wahrem Schmerz. Bilden Schwindelbewegungen, der Anblick widerlicher Gegenstände oder die Einathmung feinen Staubes die Ursache des Erbrechens, so können jene Magengefühle im Anfange gänzlich mangeln oder nur in der Form eines unangenehmen Kitzels auftreten. Sie finden sich bisweilen unmittelbar vor dem Erbrechen selbst ein und fehlen fast nie, wenn es sich bei leerem Magen wiederholen will.

Uebelkeit bildet eine der Hauptempfindungen, die solchen Krisen vorangehen. Sie drückt den Menschen nieder und macht ihn leicht ungeduldig und niedergeschlagen. Er verlangt Mitleid mit seinem Zustande und rafft sich nur, wenn ihm dieses versagt wird, zu kraftvolleren Thätigkeiten auf. Die Sinne werden nicht selten getrübt, das Denken gestört und der Kopf eingenommen. Fehlte früher der Schwindel, so findet er sich jetzt in manchen Fällen ein. Die Magengegend bläht sich auf und wird schmerzhaft Der Mensch fröstelt leicht; seine Glieder kühlen sich ab, die Haut wird blaß, das Gesicht fällt ein, blaue Ringe umgeben die Gegend unter den Augen. Schreitet Alles rasch vorwärts, so kann der Ausdruck der Physiognomie an den eines Sterbenden erinnern. Schwarze Bilder trüben das Gesichtsfeld, Ohrensausen stören die Gehörempfindung und ein kalter Schweiß bricht tropfenweise an der Stirn, der Nase, den Wangen und dem Kinn hervor. Der Puls ist bald ruhig und unverändert, bald klein, unterdrückt und aussetzend; der Athem wenig beschleunigt oder eher langsamer, wie gewöhnlich. Der Mensch fühlt das Bedürfniß, sich niederzusetzen, sich an festen Körpern zu stützen oder überhaupt äußerer Hülfe zu bedienen. Ohnmachtähnliche Zustände, Muskelzittern; verschiedenartige krampfhafte Bewegungen und Anstrengungen, Aufsperren des Mundes, Gähnen und Thränenfluß können die Reihe der Erscheinungen vervollständigen.

Einzelne Acte von Aufstoßen unterbrechen von Zeit zu Zeit das Ganze. Bloße Luft oder mit kleinen halbflüssigen Massen vermischte Gase werden in diesem Falle in die Mundhöhle befördert. Schmeckt jetzt die Zunge das Unangenehme, riecht der Mensch die fremdartige Luft, die bisweilen durch die Nase streicht, so erhöht sich nur die Unbehaglichkeit und das Unwohlsein. Das Aufstoßen wird um so kraftvoller und krampfhafter, je näher das Erbrechen bevorsteht. Es verbindet sich dann mit einer immer nachdrücklicheren Zusammenziehung der Bauchmuskeln und einem stärkeren Stoße der Bauchpresse. Der ohnedieß gereizte Magen wird heftig gedrückt und antwortet mit lebhaftem Schmerze, so daß der Mensch seine Oberbauchgegend mit den Händen unwillkührlich berührt. Ist aber auch die Uebelkeit mit ihren Wirkungen bis zu diesem Grade gestiegen, so bildet noch immer nicht das Erbrechen den einzigen nothwendigen Ausgang. Der ganze Sturm kann sich wieder legen. Die heilsamen Wirkungen, welche die Entladung selbst veranlaßt, bleiben aber auch dann in der Regel aus.

Kommt das Erbrechen zu Stande, so beginnt es meist plötzlich während einer heftigen Ausathmung. Die Bauchdecken ziehen sich kräftig ein; ein Gefühl von Einschnürung in der Magengegend gesellt sich nicht selten hinzu und die Speisen werden mit einem deutlich empfundenen Wurfe, den oft eine eigenthümliche Tönung begleitet, nach der Mundhöhle hinaufbefördert und aus dieser ihrem größten Theile nach hinausgeworfen. Der starke Luftstrom, der gleichzeitig die Nase von hinten nach vorn durchsetzt, kann Nasenschleim mit sich fortreißen und ihn zu den Nasenlöchern hervortreiben oder wenigstens das Bedürfniß des Schnäuzens bald darauf veranlassen. Erbrochene Stoffe, meist flüssiger Beschaffenheit und Blut treten bisweilen auf demselben Nebenwege aus. Festere Theile dringen leicht durch die Choanen und reizen zum Schnäuzen oder Niesen. Gelangen fremdartige Massen durch die Stimmritze in die Luftröhre, so folgt bald Husten nach.

Die Verkleinerung der Bauchhöhle und der Druck auf die Baucheingeweide, der das Erbrechen begleitet, begünstigt den Blutandrang nach anderen Körpertheilen; die Er-

schütterung, die sich zu dem ganzen Acte gesellt, zieht leicht andere Uebelstände nach sich. Es kann daher in demselben Augenblicke Kopfschmerz und selbst Ohnmacht oder Schlagfluß, Seitenstich oder Bluthusten auftreten, eine Eiterhöhle der Lungen oder eine Pulsadergeschwulst bersten, Urin unwillkührlich abgehen und flüssiger Inhalt, wenn Durchfall oder weißer Fluß vorhanden ist, aus dem After oder der Scheide hervorstürzen. Der Puls wird bisweilen häufiger, schneller und härter, seltener unregelmäßiger. Das Gesicht röthet sich hin und wieder für den Augenblick; die Augen treten hervor und die Schläfenschlagadern klopfen stärker.

Ist die heftige Entladung vorüber, so beruhigt sich oft der Körper in auffallendem Grade. Der Puls schlägt wiederum langsamer; die Körperwärme kehrt von Neuem zurück; ein Gefühl angenehmer Temperatur löst das frühere Frösteln und die kalten Schweiße ab. Die Haut wird nicht selten feucht und der Kopf frei; Uebelkeiten und Ekel schwinden und der Körper fühlt sich einer Bürde, die ihn bisher beschwerte, entledigt Wiederholt sich nicht mehr das Brechen, so stößt nur noch bisweilen hin und wieder Luft, seltener Flüssigkeit auf. Kam es dagegen mehrere Male wieder und trat es zuletzt bei fast entleertem Magen ein, so bleibt für einige Zeit ein schmerzhaftes Gefühl in der Magengegend, ein Brennen, Nagen oder Kneipen zurück. Das Nahrungsbedürfniß verstärkt sich später. Einige hungern und Andere durften dann in höherem Grade.

Dauern die Uebelkeiten und das Erbrechen Stunden lang fort, so gesellen sich noch neue Krankheitszeichen zu den schon früher geschilderten Veränderungen. Lassen wir manche Leidenszustände, die mit unausgesetzten Beschwerden der Art verbunden sind, bei Seite, so können hierfür die Erscheinungen der Seekrankheit den besten Beleg liefern. Hat selbst die Uebelkeit und das Erbrechen keinen sehr hohen Grad erreicht, so erzeugt hier das anhaltende Unwohlsein eine solche geistige Gleichgültigkeit, daß alle Theilnahme an den Außenverhältnissen schwindet. Der Mensch berücksichtigt nicht mehr, wie gewöhnlich, ob er gut oder schlecht, reinlich oder schmutzig liegt; er wird zuletzt so apathisch, daß er wenig Widerstand leisten würde, wenn man ihn über Bord werfen wollte. Sind einmal alle festen Massen aus dem Magen entfernt, so verstärkt sich die Reihe der Leiden. Die krampfhaften Zusammenziehungen des Magens werden dann immer schmerzhafter; man fühlt eine wurmförmige unangenehme Bewegung in der Gegend der Pförtnerhälfte; die Entkräftung nimmt zu; der Mensch richtet sich zuletzt nicht einmal des Erbrechens wegen auf. Der Körper magert ab; die geistige Verstimmung steigt zu wahrem, aber kraftlosem Lebensüberdruß; keine Idee, selbst kein Nachdenken über den anhaltenden Zustand kann fortdauernd verfolgt werden. Man sehnt sich nur von Zeit zu Zeit nach dem Ende der Qualen, dem Lande.

Der durch viele Erfahrungen erprobte Genuß fester Nahrungsmittel schützt bloß für kurze Zeit. Giebt man dem Magen neue Massen, die wiederum ausgeworfen werden können, so macht man auch den ganzen Act minder schmerzhaft. Die Einnahme von Getränken, von Kaffe, Thee oder Bier beruhigt weniger; sie reizt im Gegentheil oft noch in höherem Grade. Kohlensäurereiche Weine, wie Champagner, besänftigen ebenfalls nur für den Augenblick. Das Liegen, das dem Schwindel am leichtesten ein Ende macht, beseitigt noch am Dauerhaftesten die Beschwerden der Seereise. Der Ermattete schläft dann leichter ein und sammelt neue Kräfte für künftige Unannehmlichkeiten.

Führt auch die Seekrankheit heftige Uebelstände mit sich, so tödtet sie doch fast nie. Hielt sie Wochen oder Monate an, so schwindet selbst nach und nach die Abmagerung, die sie verursachte, so wie sich wieder der Mensch auf dem Lande befindet. Alle Beschwerden verlieren sich aber nicht auf der Stelle. Das Nagen im Magen, die unangenehme wurmförmige Bewegung und das Schwächegefühl können noch Stunden lang fortdauern. Der gereizte Magen wird um so eher verdorben, je mehr der verstärkte Hunger zu übermäßigem Genusse verleitet.

Ursachen der mannigfachsten Art können Aufstoßen und Erbrechen zur Folge haben.

1) Mechanische Reizungen des Pförtnertheils, welche organische Entartungen, auf den Magen drückende Geschwülste, heftige Schläge auf die Oberbauchgegend oder künstliche physiologische Eingriffe anregen, bilden eine häufige Ursache der uns hier beschäftigenden Erscheinung. Ueberfüllung des Magens mit festen oder flüssigen Nahrungsstoffen oder mit Substanzen, die viele Gase entwickeln, führen leicht zu dem gleichen Ergebnisse.

2) Ist der Magen empfindlich, so werden kräftige oder selbst sehr milde Nahrungsmittel binnen Kurzem zurückgewiesen. Mechanische oder chemische Verletzungen, Entzün-

dung und örtliche Entartung, Verdauungsschwäche oder Verdorbenheit des Magens bilden die häufigste Gruppe der Ursachen, die solchen krankhaften Zuständen zum Grunde liegen. Leiden anderer Unterleibseingeweide, Entzündungen des Bauchfelles, des Darmes, der Nieren, der Blase, der Eierstöcke oder der Gebärmutter, Störungen der Leber, der Bauchspeicheldrüse oder der Milz und die nach der Empfängniß eintretenden Veränderungen der inneren Geschlechtswerkzeuge können fortwährendes Erbrechen veranlassen.

3) Trifft ein Kitzel die Zungenwurzel, den Gaumenvorhang, die Gaumenbogen oder den obersten Theil des Schlundes, so stellen sich sogleich Uebelkeiten und antiperistaltische Bewegungen, die sich später zu wahrem Erbrechen steigern, ein Sie zeigen sich daher leicht, wenn der Arzt die Zunge niederdrückt, um die Gebilde der Rachenenge genauer zu untersuchen und der Chirurg tief eingeht, um vergrößerte Mandeln auszurotten; wenn wir den Gaumenvorhang kitzeln, um mehr Speichel hervorzulocken oder ihn und die Hinterwand des Schlundes des Versuches wegen mit einem Federbarte reiben. Manche Menschen sind in dieser Hinsicht so empfindlich, daß sie das anhaltende Einathmen von Bücherstaub mit Sicherheit zum Brechen führt. Der leichte Reiz des Kitzelns wirkt oft in solchen Fällen kraftvoller, als der heftigere der Verwundung.

4) Die starken Stöße, die das Husten begleiten, endigen nicht selten mit Erbrechen. Kinder und Erwachsene werfen daher häufig das Genossene aus, wenn sich ein Theil desselben in die Stimmritze verirrt hat. Krankhafte Thätigkeiten der Bauchpresse sind in vielen Fällen von Erbrechen begleitet.

5) Plötzliche Veränderungen der Hautwärme können Aufstoßen von Gasen und selbst Erbrechen dichterer Massen zur Folge haben. Menschen, die sich zu lange in einem kalten Flußbade aufgehalten haben, beweisen dieses am häufigsten.

6) Einzelne Körper erregen Ekel und Erbrechen auf eine bis jetzt noch unerklärte Weise. Die fauligen Thierstoffe, manche scharfe oder narkotische Substanzen, wie die Scilla, die Digitalis, der Tabak und viele Metalle können Folgen der Art durch Reizung des Magens oder durch ihre allgemeine Verbreitung im Körper nach sich ziehen. Die vorzüglichsten Brechmittel aber, deren sich der Arzt häufig genug bedient, sind der Brechweinstein, die Ipecacuanha und das schwefelsaure Zinkoxyd.

Manche Arzneien, wie die Scilla oder die Digitalis pflegen erst nach länger fortgesetztem Gebrauche zum Erbrechen zu führen, weil sie gewöhnlich nur in verhältnißmäßig kleinen Gaben verabreicht werden. Die Gewohnheit hebt oft in anderen Fällen die ursprüngliche brecherregende Wirkung auf. Der Tabakraucher zahlt nur seinen Tribut im Anfange oder später, wenn er ungewöhnliche Sorten raucht. Viele Menschen unterdrücken nicht bloß den Ekel, den der Genuß riechenden Wildprettes veranlaßt, sondern finden gerade in der Fäulnißwirkung die Ursache eines besonderen Vergnügens.

Die individuelle Empfänglichkeit übt einen wesentlichen Einfluß auf alle diese Erscheinungen aus. Während manche Menschen Rhabarber gern nehmen, erregt schon der bloße Geruch dieses Medicaments Anderen Uebelkeiten. Ein paar Stückchen können dann ein sicheres Brechmittel bilden.

Wird Eiter oder Jauche ins Blut aufgenommen, so erbricht sich nicht selten der Mensch, so lange diese fremden Körper reizend wirken. Andere ungewöhnliche Bestandtheile können zum Theil auf demselben Wege ausgeführt werden. Erbrochenes Wasser enthält bisweilen bei Wassersüchtigen Harnstoff. Blutbrechen ersetzt hin und wieder die monatliche Reinigung.

7) Materielle Veränderungen einzelner Theile des Nervensystems führen häufig zum Brechen. Entzündliche Reizung des Sonnengeflechtes soll nach Lobstein, Swan und Fr. Nasse Erscheinungen der Art zu Stande bringen. Die Durchschneidung der herumschweifenden Nerven ist häufig von ihnen begleitet. Kopfschmerzen, Kopfverletzungen, Wassererguß im Gehirn, Schlagfluß, organische Entartungen der Hirnmasse sind häufig mit den gleichen Uebelständen verbunden. Budge[1]) giebt an, daß vorzugsweise Störungen der rechten Großhirnhemisphäre antiperistaltische Wirkungen der Art bedingen. Die Zerstörung des Balkens von Kaninchen kann bewirken, daß diese Thiere, die sich fast nie von selbst erbrechen, flüssige Stoffe in die Mundhöhle hinaufwerfen.

---

[1]) J. Budge, Die Lehre vom Erbrechen. Nach Erfahrungen und Versuchen. Mit einer Vorrede von F. Nasse. Bonn, 1840. 8. S. 173 fgg.

Eine Reihe anderer Ursachen verdankt nur ihre brecherregenden Kräfte den Einflüssen, die sie auf das Gehirn ausübt. Hierher gehören übermäßige Blutverluste und alle Erregungsmittel des Schwindels. Der Mensch verhütet seine Ohnmacht und sein Erbrechen, wenn er sich bei einem Aderlaß oder bei anderen Arten von Blutverlust wagerecht hinlegt. Dasselbe hilft bei der Seekrankheit, die umgekehrt durch den Anblick schwankender Gegenstände vergrößert wird. Sieht der Mensch das offene Meer an, so treten Uebelkeit und Erbrechen weniger auf, als wenn er die scheinbar auf- und abgehende Bewegung der Küstenberge verfolgt. Die doppelte Schwankung des Schiffes von vorn nach hinten und von rechts nach links erhöht sein Unwohlsein.

8) Geistige Eindrücke lassen häufig genug Erbrechen zu Stande kommen. Der Ekel, den der Anblick oder die Erinnerung widerlicher Gegenstände erregt, Schreck, Angst, Kummer, Aerger, Furcht und angestrengtes Denken können den Magen in Aufruhr bringen. Kranke, die operirt werden sollen oder heftige Schmerzen mit oder ohne Blutverlust überstanden haben, brechen nicht selten. Frauen und überhaupt Menschen mit größerer Reizempfänglichkeit sind am leichtesten solchen Einflüssen unterworfen.

Die allgemeinen Wirkungen, welche die Uebelkeit und das Erbrechen begleiten, dienen häufig als Heilmittel in der Hand des Arztes. Sind die Gedanken eines Menschen verwirrt, so kann ihn die Fortdauer der Uebelkeit abspannen und zu richtigem Denken zurückführen. Wahnsinnige, die an Raserei oder an firen Ideen leiden, die Störungen der Hirnthätigkeit, denen die Trinker unterliegen (§. 476.) und ähnliche Krankheiten schwinden bisweilen, wenn man dem Menschen ein fortwährendes Unwohlsein durch kleine Gaben von Brechweinstein bereitet. Der Brechact selbst erschüttert den ganzen Körper auf das Heftigste und spannt ihn in der Folge ab. Wir versuchen daher Brechmittel, um desto eher eingeklemmte Brüche zurückzubringen und Verrenkungen einzurichten. Die Erschütterung kann dazu dienen, Ausschwitzungen, die sich bei häutiger Bräune in der Luftröhre bilden, zu entfernen, die Aufsaugung krankhafter Ablagerungen zu begünstigen und die Folgen erhöhter Reizbarkeit zu mindern.

Betrachten wir die mechanischen Erscheinungen; die sich an lebend geöffneten Thieren während des Erbrechens kundgeben, so handelt es sich zunächst darum, die Rollen, welche dem Magen und der Bauchpresse zukommen, festzusetzen. Während diese schon von Boyle und Chirac zu Ende des sechszehnten Jahrhunderts als die bedeutendste Ursache des Erbrechens angesehen wurde, schreiben Andere die wesentlichste Rolle dem Magen zu[1]). Einzelne Schriftsteller hielten sich einseitiger Weise an die eine oder die andere Thatsache; Andere dagegen suchten die Ursache des Erfolges in der gemeinschaftlichen Wirkung beider Erscheinungen.

Oeffnet man den Unterleib eines lebenden Thieres, so bewegt sich der Magen gar nicht oder zieht sich nur leise oder schwach zusammen (§. 522 fgg.). Diese Trägheit verläßt ihn auch oft nicht zur Zeit der Uebelkeit und des Erbrechens. Die verschiedenen Ergebnisse, welche die mannichfachen Forscher seit 100 Jahren erhalten haben, lassen sich größtentheils hieraus erklären.

Treten Uebelkeiten ein, so bläht sich bisweilen der Magen sichtlich auf und füllt sich mehr mit Luft. Schluckbewegungen[2]) führen die Atmosphäre in den Magen hinab. Ist dieser erschlafft, so wird der Druck der Speiseröhre einen geringern Widerstand zu überwinden haben. Tritt eine Gegenbewegung des Magens ein oder wird die Bauchpresse in Anspruch genommen, so stößt ein Theil der Luft auf. Die Aufblähung vergrößert aber den Umfang des Magens und begünstigt daher die Wirkung der Nebendruckkräfte, die das Erbrechen festerer Stoffe nöthig hat.

Selbstständige Magenbewegungen stellen sich häufig vor oder bei dem Erbrechen ein. Schwartz[3]), der hierüber vor hundert Jahren an Hunden vielfach experimentirte, fand sie fast immer während der Brechneigung, selten dagegen ehe sie eintrat. Der Pförtner-

---

[1]) Eine Darstellung der älteren Ansichten findet sich in M. Morgenbesser, De vomitu. Lipsiae, 1838. Haller Disputationes anatomicae selectae. Vol. I. Göttingae, 1746. 4 pag. 354.

[2]) P. W. Lund, Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen, 1825. 8. S. 35.

[3]) B. Schwartz, Diss. continens Observationes nonnullas de vomitu et motu intestinorum. Lugd. Batav., 1745. Haller a. a. O. p. 327.

theil wechselt mit stärkeren oder schwächeren Zusammenziehungen, die nach dem Blindsacke des Magens gerichtet sind, ab. Hört das Brechen auf, so treten sehr oft Bewegungen in entgegengesetzter Richtung hervor. Magendie[1]) giebt die Möglichkeit, daß jene Pförtnerbewegung im Augenblicke des Erbrechens erscheine, zu und Budge[2]) betrachtet den Stoß des Pylorus als eine das gewöhnliche Erbrechen begleitende Thätigkeit.

Ist der Magen entblößt, so können auch noch bisweilen andere Bewegungsarten vor oder während des Erbrechens wahrgenommen werden. Er verkleinert sich in allen Richtungen, nähert seine vordere Wand der hinteren, verengert die Cardia- oder die Blindsackhälfte und schnürt sich an einzelnen Stellen ein.

Die Bauchpresse bildet einen wichtigeren und in die Augen fallenderen Hebel des Ganzen. Das Hinabtreten des Zwerchfells, das zugleich eine Ortsveränderung des Magens und vorzüglich des Cardiatheiles veranlassen kann und die übrige Beengung des Unterleibsraumes, welche die Bauchmuskeln, das Zwerchfell und die Rippenbewegungen vermitteln, setzen den gefüllten Magen einem bedeutenden Drucke aus. Sein Inhalt weicht daher nach dem Orte des geringsten Widerstandes aus. Schwartz vermuthete schon, daß die Bewegungen des Pförtnertheils den Nebenzweck erfüllen, den Uebertritt in den Zwölffingerdarm zu verhüten. Ist gleichzeitig die Cardia erschlafft oder wenigstens nicht verschlossen, so wird die Masse in die Speiseröhre geworfen und von dieser durch ihre antiperistaltische Bewegung weiter befördert.

Die Rolle, welche das Zwerchfell übernimmt, veranlaßte noch verschiedene Meinungen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß es sich in dem Augenblicke, in dem die Bauchpresse am thätigsten ist, kraftvoll zusammenzieht; es frägt sich dagegen, wie lange seine Verkürzung und Druckwirkung dauert. Die meisten Neueren lassen sie während des ganzen Brechactes anhalten. Morgenbesser[3]) dagegen stellte sich vor, daß das Zwerchfell in dem Augenblicke, wo die Massen durch die Cardia dringen, erschlafft, um den Uebergang in die Speiseröhre zu erleichtern. Es müßte daher zu der Zeit, wo das Erbrochene in den Oesophagus eindringt, theilweise oder gänzlich nachgeben und im letzteren Falle, wenn der Druck der Bauchmuskeln in der völlig geschlossenen Unterleibshöhle fortdauert, heraufgetrieben werden. Portal[4]) will dieses zur Zeit der kräftigen Zusammenziehungen des Magens gesehen haben. Budge[5]) versetzt auch die Zusammenziehung des Zwerchfelles und den Verschluß der Cardia in einen Augenblick und die Erschlaffung und Oeffnung der Mündung in einen zweiten Zeitraum. Haubner[6]) endlich vertheidigt das Gleiche für das Wiederkauen.

Die Speiseröhre kann sich in doppelter Hinsicht an dem Erbrechen betheiligen. Sie macht antiperistaltische Bewegungen und wird überdieß mit dem Schlunde in die Höhe gehoben und auf solche Weise verkürzt. Ihre Mithilfe scheint aber nicht immer unerläßlich zu sein. Denn die Lähmung der Bewegung der Speiseröhre gestattet noch das Erbrechen.

Die einseitige Vorstellung, daß die Zusammenziehung des Magens allein das Brechen bedinge, herrschte nur zu einer Zeit, in der überhaupt genauere physiologische Erfahrungen über diese Erscheinung mangelten. Forscher, wie Wepfer, Haller, Morgenbesser und Schwartz, die deswegen Versuche an Thieren anstellten, verkannten nicht die Wichtigkeit der Bauchpresse und hoben sie ausdrücklich hervor. Sahen einzelne Gelehrte die Letztere als die Hauptsache an, so stellten sie auch nicht immer allen Einfluß des Magens in Abrede. Rühle[7]) schloß aus seinen Versuchen, daß die Thätigkeit des bloßgelegten Magens den Druck auf seinen Inhalt nicht verstärken könne. Dieser Irrthum fußt aber nur auf einer unrichtigen physikalischen Auffassung des Gegenstandes.

---

[1]) a. a. O. pag. 208.
[2]) a. a. O. pag. 42.
[3]) Morgenbesser a. a. O. p. 310.
[4]) Mémoires de l'Institut. Tome II. Paris, 1818. 4. pag. CXXXVII.
[5]) Budge a. a. O. S. 53.
[6]) G. C. Haubner, Ueber die Magenverdauung der Wiederkäuer, nach Versuchen, nebst einer Prüfung der Flourens'schen Versuche über das Wiederkauen. Anclam, 1837. 8. S. 97.
[7]) H. Rühle, in C. Traube. Beiträge zur experimentellen Pathologie und Physiologie. Berlin, 1846. 8. S. 55.

Jener Forscher band nämlich eine Röhre, die sich mittelst eines Gummicylinders mit einem Manometer vereinigte, in eine Oeffnung der Vorderwand des Magens und fand, daß die Flüssigkeitssäule des aufsteigenden Schenkels mit jeder Umfangsverminderung sank und folgerte hieraus, daß dann der Druck im Magen vermindert gewesen sei. Man kann aber ein Manometer überhaupt nicht gebrauchen, wenn noch eine zweite Mündung, die sich zu lüften vermag, vorhanden ist; eine elastische Gummiröhre einzuschalten, bildet einen zweiten Verstoß, weil die Nachgiebigkeit der Wände die richtige Angabe des Druckes unmöglich macht. Sank die Flüssigkeit des aufsteigenden Schenkels im Augenblicke der Umfangsverminderung des Magens, so darf man dieses nicht als den Ausdruck einer einflußreichen Druckverminderung deuten. Man kann es sich daraus erklären, daß ein Theil der Luft, wie auch Rühle angiebt, mit Geräusch in die Speiseröhre getrieben wurde. Schloß sich nun wieder die Mündung, so mußte der äußere Luftdruck stärker sein, als der des inneren erwärmten und mit Wasserdämpfen geschwängerten Gases, dem ein Ausweg geöffnet worden war (§. 180.). Preßte die Speiseröhre neue Luft ein, so stieg die Manometerflüssigkeit. Die Ursache des Steigens der Manometerflüssigkeit läßt sich übrigens nach den Venturischen Theoreme, das wir später kennen lernen werden, einfacher erläutern.

Unterliegt es keinem Zweifel, daß die Bauchpresse allein den gefüllten Magen entleeren und nach Magendie den nachgiebigen Inhalt einer an seiner Stelle eingesetzten Blase ausstoßen kann, so darf man doch auch nicht den Einfluß des lebenden Magens in Abrede stellen. Begünstigen die Verhältnisse das Erbrechen, enthält der Magen leicht ausweichende Flüssigkeiten, liegt das Thier auf dem Rücken oder geht es auf vier Füßen, so daß die Speiseröhre die Massen eher aufnimmt, so ist der bloße Druck des Zwerchfells, der Bauchmuskeln und der übrigen Unterleibswände oder auch nur die Kraft des aus der Unterleibshöhle hervorgezogenen und sich verengenden Magens das Ausweichen nach der Speiseröhre zu vermitteln im Stande. Zwerchfellbrüche des Menschen, bei denen der Magen in der Brusthöhle liegt [1]) oder der Mangel des Zwerchfells, wie es bei Vögeln und Reptilien vorkommt, hindern nicht nothwendig das Erbrechen. Sollen dagegen dichtere und größeren Widerstand leistende Massen entleert werden, so bedarf es der Verbindung der verschiedenartigen Wirkungen des Zwerchfells, der Rippen, der Bauchmuskeln und des Magens. Die statt des Letzteren eingefügte Schweinsblase behält in diesem Falle einen Theil ihres Inhalts zurück und der aus dem Bauche hervorgezogene Magen bringt dann kein vollständiges Erbrechen zu Stande.

Die Form des Magens kann den Weg der Speisen nach der Cardiamündung begünstigen oder hindern. Bildet der Blindsack einen großen Nebenbeutel, so daß die Einfügung der Speiseröhre weiter nach rechts hinüberrückt, so kann in ihr die antiperistaltisch gerichtete Zusammenziehung der Pförtnerhälfte Luft und Speisemassen hinübertreiben. Festere Körper bleiben hier, während das Uebrige ausgeworfen wird, zurück. Budge [2]) bemerkte, daß Brodmassen in dem kleineren Blindsacke der Fleischfresser verharrten, wenn die flüssigeren Theile heraufgeworfen wurden. Girard [3]) und nach ihm C. H. Schultz sah in dem größeren Blindsacke der Pflanzenfresser die Hauptursache, weshalb sich diese Thiere selten oder nie erbrechen. Es frägt sich jedoch noch, ob dieses der einzige Grund ist und nicht hier die anderen mechanischen Thätigkeiten zu schwach sind, um die dichten Futterstoffe heraufzuwerfen. Einzelne Schleimhautfalten, wie sie bei dem Pferde vorkommen, können noch das Ganze erschweren. Die seitliche Einfügung der Speiseröhre erleichtert auch das Erbrechen der Wiederkäuer [4]).

C. H. Schultz und E. Salbach [5]) haben dieselbe Vorstellung zur Erklärung des leichten Erbrechens der Kinder benutzt. Bietet der Magen des Erwachsenen einen starken

---

[1]) Vergl. Anderson, in London and Edinburgh Monthly Journal of medical Sciences. 1844. p. 7.
[2]) Budge a. a. O. S. 61.
[3]) Mémoires de l'Institut. Année 1817. Tome II. Paris, 1819. 4. p. CXXXVIII.
[4]) Haubner a. a. O. S. 118.
[5]) E. Salbach, De diversa ventriculi forma in infanti et adulto. Berolini, 1835. 8. pag. 23.

Blindsack *c*, Fig. 76., dar, so ist dieser in dem des Säuglings *c*, Fig. 77., sehr klein. Die

Fig. 76.

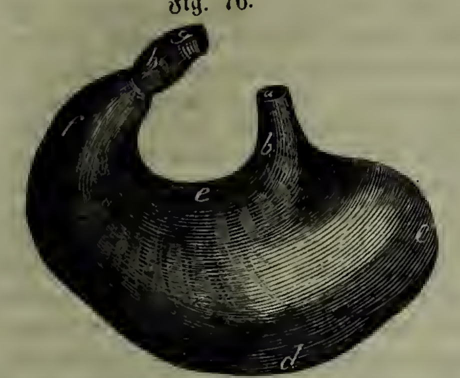


Fig. 77.



Speiseröhre kann dann eher die heraufgestoßenen Nahrungsmittel aus dem so geformten und weniger wagerecht stehenden [1]) Magen aufnehmen. Die größere Kürze des Schlundes begünstigt außerdem das Ganze. Säuglinge erbrechen daher die Milch, die sie zu sich genommen, durch ein rasches heftiges Aufstoßen.

Wir werden später sehen, daß die zweckmäßige Verknüpfung der Einzelthätigkeiten, die das Erbrechen begleiten, einzig und allein von dem Nervensysteme ausgehen kann. Der Magen selbst aber ist im Stande, das ganze Wechselspiel anzuregen. Zerrt man ihn gewaltsam oder führt man ein Band durch seinen Pförtnertheil, so stellen sich sogleich die Nebenwirkungen der Bauchpresse ein. Die Reizung splanchnischer Nerven ist zuweilen nach Joh. Müller [2]) von Zuckungen der Bauchmuskeln und die Verletzung des Gehirns, wie Schwartz [3]) schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gefunden, von rückwärts stoßenden Bewegungen der Pförtnerhälfte begleitet. Man kennt aber bis jetzt weder die Orte, an denen jene planmäßige Verbindung zu Stande kommt, noch die Nervenmechanik, die dem ganzen Spiele zum Grunde liegt. Die Thatsache, daß nervöse Gebilde, welche den Magen beherrschen, die Bauchpresse unter gewissen Verhältnissen gleichzeitig anregen, lehrt am besten, wie sehr das Erbrechen auf der gemeinschaftlichen Wirkung von beiderlei Theilen fußt.

Die Theile, welche die Rachenenge begrenzen, suchen die heraufgeworfenen Nahrungsmittel von Irrwegen abzuhalten. Der Schluß der Stimmritze, die Hebung des Schlundes, die Ortsveränderung des weichen Gaumens und die Ausbreitung der hinteren Gaumenbogen bemühen sich hier ähnliche Sicherheitsmaaßregeln, wie bei dem Schlingen (§. 508. fgg.) einzuleiten. Sie mißlingen aber häufiger; ein Theil der fremden Massen gelangt öfter in den Kehlkopf, die Luftröhre oder die Nasenhöhle. Husten und Niesen folgen deshalb bald nach.

Der Mensch erbricht sich in der Regel unwillkührlich. Manche können jedoch auch den Brechact nach dem Befehle ihres Willens hervorrufen. Es gelingt um so leichter, je voller der Magen ist. Wie dieser durch das Aufblähen, das die Uebelkeiten begleitet, seinen Umfang vergrößert, um desto eher von dem Drucke der Bauchpresse getroffen zu werden, so verschlucken fast alle Individuen, die sich willkührlich erbrechen wollen, Luftmassen und treiben sie bis in den Magen hinab. Das künstliche Erbrechen, das durch die Berührung des weichen Gaumens mit den Fingern erzeugt wird, gehört natürlich nicht hierher.

Das natürliche Erbrechen der Wiederkäuer unterscheidet sich in manchen wesentlichen Punkten von dem regelwidrigen des Menschen und anderer Thiere. Alle Beschwerden fallen bei jener Thätigkeit, die zur Norm gehört, hinweg; es sind gerade die halbfesten Massen, die in die Mundhöhle zurückkehren; die Wirkung des zweiten Magens oder der Haube greift hierbei neben der Bauchpresse bedeutend ein [4]); das künstliche Erbrechen

[1]) Huschke a. a. O. Seite 63.
[2]) Joh. Müller a. a. O. Seite 417.
[3]) Schwartz a. a. O. pag. 336.
[4]) Haubner a. a. O. Seite 113.

geht in diesen Thieren nach Flourens von dem vierten Magen, der sich nur schwer dazu bestimmen läßt, aus.

Einzelne Menschen zeigen ein ähnliches Wiederkäuen unter krankhaften Verhältnissen. Ein Theil der Speisen wird von Neuem heraufgebrochen, zwischen die Zähne gebracht und oft zum zweiten Male verschluckt. Unreinliche Individuen oder Leute, die viel Tabak kauen, können sich Fehler der Art angewöhnen. Sie behalten das Aufgestoßene trotz der Widerlichkeit und des üblen Geschmackes im Munde und führen es bei Gelegenheit von Neuem in den Magen. Eine andere Art von Wiederkauen findet sich schon in kleinen Kindern, vererbt sich oft in einzelnen Familien und scheint auf organischen Fehlern zu beruhen. Fr. Arnold [1]) fand in drei Fällen erwachsener wiederkäuender Menschen, daß die Muskelschichten des Magens und der Speiseröhre stärker ausgebildet waren und daß eine Einschnürung den oberen Cardiatheil von dem übrigen Organe sonderte und ein sogenanntes antrum cardiacum bildete. Der innere Ast des Beinerven, der nur das eine Mal genauer untersucht wurde, war deutlich vergrößert. Die Magenbewegungen, die sich während der Chymusbildung verstärken, können die Speisen nach Arnold in jenen Cardiavorhof treiben. Sie werden von hier aus leichter in die Speiseröhre geführt und durch deren antiperistaltische Bewegung hindurchbefördert.

535 Bewegungen der dünnen Gedärme. — Sie sind im Ganzen einfacher, als die des Magens und lassen sich auch leichter an frisch getödteten Thieren oder enthaupteten Menschen wahrnehmen. Hat man ein Säugethier erstickt und einen Theil der Bauchmuskeln ohne Verletzung des Bauchfells entfernt, so ruhen die durchschimmernden Dünndärme, sobald sie nicht mechanische Erschütterungen oder Verletzungen der Centraltheile des Nervensystems in Thätigkeit versetzten. Läßt man aber atmosphärische Luft durch die kleinste Spalte des Bauchfells in die Unterleibshöhle eindringen, so beginnt sogleich die lebhafteste Wurmbewegung. Einzelne Stellen des Dünndarmes verengern und erweitern sich abwechselnd; Einschnürung und Erschlaffung folgen rascher oder langsamer auf einander; manche strecken, biegen und krümmen sich, werden kürzer und ändern ihren Ort; andere wühlen sich an benachbarten Theilen hin und regen auch diese zur Zusammenziehung an. Enthält der Darm Luft, so wird sie oft mit deutlich hörbarem Kollern, das man in größeren Thieren am besten wahrnimmt, fortgetrieben; flüssige und festere Massen gleiten langsamer weiter.

536 Bewegten sich die dünnen Gedärme mit gleicher Heftigkeit im lebenden Körper, so könnten sie nur kurze Zeit die Speisereste zurückhalten; die Verdauung würde aber hierdurch gestört. Gesellte sich ein ähnlicher Sturm der übrigen Theile des Nahrungscanales hinzu, so müßten bald die eingenommenen Nahrungsmittel den Körper verlassen und viele Stoffe, die er bei längerer Einwirkung aufnimmt, unverarbeitet davongehen. Die tägliche Erfahrung lehrt, daß dieses nicht der Fall ist. Erfolge, wie sie eben dargestellt worden, werden höchstens bei tiefer Zerrüttung der Verdauungsthätigkeit und heftigem Durchfalle beobachtet. Der lebende Dünndarm muß sich daher anders verhalten, als der des frisch getödteten Säugethiers.

537 Unmittelbare Versuche bestätigen diese Folgerung. Schwartz [2]) sah

[1]) F. Arnold, Untersuchungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie, mit besonderer Hinsicht auf seine anatomischen Tafeln. Zürich, 1838. 8. S. 211 — 213.
[2]) Schwartz a. a. O. p 333 — 337.

schon, daß häufig der Dünndarm von Hunden, deren Bauch aufgeschlitzt worden war, mit jeder Einathmung herabging, sonst aber keine Erscheinungen, die sich als Wirkungen der lebendigen Zusammenziehung seiner Muskelhäute deuten ließen, darbot. Schnürte er sich ausnahmsweise zusammen, so hielt sich die Veränderung in eng gezogenen räumlichen Grenzen. Brech- oder Abführmittel waren selbst meist nicht im Stande, die Wirkungen zu verstärken. Spritzt man dagegen eine elastische oder tropfbare Flüssigkeit in ein Stück des Dünndarmes, so wird bald ein Theil derselben in einem Strahle ausgetrieben. Oertliche Reize regen überhaupt leicht eine Gegenantwort der Zusammenziehung, die sich auf benachbarte Stellen fortzupflanzen vermag, an. Wartet man längere Zeit, so gelingt es oft wahrzunehmen, wie von selbst eine langsame Peristaltik den Inhalt allmählig forttreibt.

538 Diese Trägheit des Darmes, die sich häufig in Kaninchen weniger geltend macht, als in Hunden, und der Unterschied, der sich in dieser Beziehung in der Leiche kund giebt, wurde auch noch von Haller, Fontana, Magendie, Budge und mir wahrgenommen. Ihre Ursache liegt nicht im Nahrungscanale selbst, sondern, wie wir später sehen werden, in den nervösen Gebilden, denen er gehorcht.

Chirurgische Erfahrungen führen zu dem gleichen Ergebnisse. Wird eine Dünndarmschlinge des Menschen bei einer Bauchoperation, dem Kaiserschnitte oder einem anderen Eingriffe der Art bloßgelegt, so geräth sie in keine so stürmische Bewegung, als man nach den Erscheinungen, die getödtete Thiere darbieten, erwarten sollte. Nur örtliche Reize rufen verhältnißmäßig lebhaftere Wirkungen hervor.

539 Die schwächeren Längen- und die stärkeren Kreisfasern, mit denen die Muskelhäute des Zwölffingerdarmes, des Leer- und des Krummdarmes versehen sind, können alle Durchmesser dieser Röhren verkleinern und einzelne Strecken derselben, wenn sie gesondert wirken, einschnüren, falten, hügelartig erheben oder eindrücken. Untersucht man den Dünndarm in dem eben getödteten Thiere, so verfolgt nicht immer die Wurmbewegung eine peristaltische Richtung. Es wäre möglich, daß auch hin und wieder antiperistaltische Irrungen im lebenden Körper vorkämen. Bedenkt man aber, daß im gesunden Zustande die regulirende Thätigkeit des Nervensystems in voller Kraft wirken kann, so läßt sich mit Recht annehmen, daß Abweichungen der Art als seltene Ausnahmen auftreten werden.

Da die dünnen Gedärme lose an dem Gekröse hängen, so ereignet es sich unter unglücklichen Verhältnissen, daß sich eine Schlinge in eine andere oder in eine krankhafte Gekrösspalte einschiebt und eine sogenannte Invagination bedingt. Ist auf diese Weise der Ausgang nach unten verschlossen oder zieht eine Brucheinklemmung die gleiche Folge nach sich, so bildet sich bald eine antiperistaltische Wurmbewegung aus. Der Dünndarm treibt seinen Inhalt nach dem Zwölffingerdarm und dem Magen zurück, so daß die mit Galle gefärbten Nahrungsüberreste erbrochen werden.

540 Betrachten wir die Mechanik, welche die Speisen längs des Systemes der dünnen Gedärme weiterführt, so beginnt sie mit Zusammenziehungen des Zwölffingerdarmes, die sich über den Pförtnertheil nach dem Blindsacke des Magens fortsetzen. Eine entgegengesetzte Bewegung folgt bald nach und befördert die Theile des Speisebreies, die den geringsten Wi-

derstand leisten, in die obere wagerechte Parthie des Zwölffingerdarmes. Gelangen sie dann durch die fernere Zusammenziehung des Letzteren in das absteigende Stück des Duodenum, so werden sie mit Galle und Bauchspeichel verknetet. Eine passende Einrichtung sichert hier den beabsichtigten Endzweck.

541 Der Zwölffingerdarm selbst theilt nicht die lockere Anheftung, die dem Leer- und Krummdarme zukommt. Es können daher nicht zufällige Ortsveränderungen, Biegungen, oder Verwickelungen Störungen veranlassen und den regulirten Durchgang des Speisebreies oder die beabsichtigte Zufuhr der Galle und des Bauchspeichels hindern.

Die beiden Ausführungsgänge der Leber und der Bauchspeicheldrüse münden so ein, daß sie sich einer eigenthümlichen Art von Ventilation erfreuen. Denken wir uns, wir hätten in *ab*, Fig. 78., irgend eine Schleimhaut, in *cd* eine Muskelmasse und in *ef* einen serösen Ueberzug; *ikhg* dagegen sei der Ausführungsgang einer Drüse, die ihren Inhalt in die jenseit *ab* liegende Höhle *p* ergießen soll, so wird nur die Flüssigkeit, wenn *no* offen ist, ablaufen können. Zieht sich aber die umgebende Muskelmasse *cd* so zusammen, so daß sie *no* schließt, so muß jede Verbindung zwischen der jenseits *ab* liegenden Höhle und dem Gangtheile *inok* abgeschlossen sein. Es kann dann weder die Absonderungsmasse in den neuen Raum eindringen, noch die, die sich in ihm schon befindet, in ihre alte Bahn zurückgetrieben werden. Die Zusammenziehung von *cd* muß daher mit der Absperrung und die Erschlaffung mit dem Eintritte von frischem Fluidum zusammenfallen. Durläuft der Gang eine längere Strecke der Muskelmasse, weil er sie in schiefer Richtung durchsetzt, so wird hierdurch die beabsichtigte Wirkung in höherem Grade gesichert. Ein größeres Stück des Verbindungsrohres kann auf diese Weise unwegsam gemacht werden.

Fig. 78.

Verläßt der Gallengang das Leber-Zwölffingerdarmband, so geht er an der hinteren und inneren Wand des Duodenum dahin, dringt zwischen die Muskel- und Schleimhaut ein, verengt sich, läuft hier ungefähr 1—1½ Centimeter, indem er eine Längenfalte im Innern hervortreibt, fort und mündet endlich mit einem schiefen Schlitze. Der Wirsungsche Gang verfolgt einen ähnlichen Weg in den Wänden des Zwölffingerdarmes und öffnet sich in derselben Vertiefung der Schleimhaut, die den Gallengang aufnimmt. Treten Galle und Bauchspeichel gleichzeitig herab, so werden sie unmittelbar mit einander gemischt. Beide Flüssigkeiten können nur allmählig und in geringen Mengen ausfließen. Zieht sich der absteigende Theil des Zwölffingerdarmes zusammen, so hindert der Verschluß der Muskelmasse, daß etwas zurücktrete. Es kann nur das schon Vorhandene mit dem Speisebrei verknetet werden. Jeder schädliche Ueberschuß ist auf solche Art unmöglich gemacht und die vorhandene Galle

wird leicht in mikroskopischen Tropfen in dem Speisebrei und dem Darmschleim vertheilt.

542 Wäre der absteigende Theil des Zwölffingerdarmes in den Leerdarm unmittelbar übergegangen, so hätte leicht ein Theil der Galle und des Bauchspeichels ablaufen können. Da aber noch der untere wagerechte Theil des Duodenum dazwischen liegt, so müssen sich hier eher jene Flüssigkeiten fangen. Die Verknetung mit dem Speisebrei wird auf diese Weise, wie es scheint, gesichert und jede Unordnung, welche die freiere Beweglichkeit der dünnen Gedärme zu veranlassen im Stande wäre, unmöglich gemacht. Da aber die Consistenz der Speisereste nach unten hin zunimmt, so müssen sie durch die Druckwirkung des Leerdarmes rascher, als durch die des Krummdarmes fortgeführt werden.

543 Die Schleimhaut der dünnen Gedärme erhebt sich in viele Zotten und Falten, um ihre Oberfläche zu vergrößern, die Ausscheidung von Darmschleim zu vermehren und die Aufsaugung des Gelösten zu begünstigen. Diese Einrichtung wird aber das Dahingleiten der Nahrungsreste verzögern. Da kein besonderer Zweck vorliegt, weshalb diese in dem oberen wagerechten Theile des Zwölffingerdarmes aufgehalten werden sollten, so hat dieses Darmstück keine Falten, sondern bloße Zotten, welche die Einsaugung der verflüssigten Stoffe begünstigen. Das Gebiet der Falten beginnt erst unterhalb der Mündung des Gallen- und Bauchspeichelganges, erreicht im Leerdarm seine größte Höhe und verliert sich nach und nach im Verlaufe des Krummdarmes. Ihre Verbreitung entspricht daher den Gegenden, in denen die Galle und der Bauchspeichel mit den Speisen verknetet werden und den ersten und stärksten Angriff auf die noch nicht bearbeiteten Theile machen.

544 **Dickdarmbewegung.** — Die Uebergangsstelle des Krummdarmes *a*, Fig. 79., in den Blinddarm *b* und den aufsteigenden Grimmdarm *c* besitzt eine eigene ventilartige Vorrichtung *ch*, die sogenannte Bauhinsche oder **Grimmdarmklappe**. Sie entsteht durch die eigenthümliche seitliche Einsenkungsweise des Krummdarmes in die Grenzlinie, die den Blinddarm *b* von dem Grimmdarm *c* scheidet, und bildet einen zweilippigen Saum *c* und *h*, der eine lanzettförmige Spalte übrig läßt. Die oberste Sichelfalte des aufsteigenden Grimmdarmes oder die sogenannten Morgagnischen Haltbänder gehen von hier aus und laufen allmählig an der gegenüber liegenden Wand der Uebergangsstelle des Blinddarmes in das Colon aus.

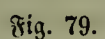
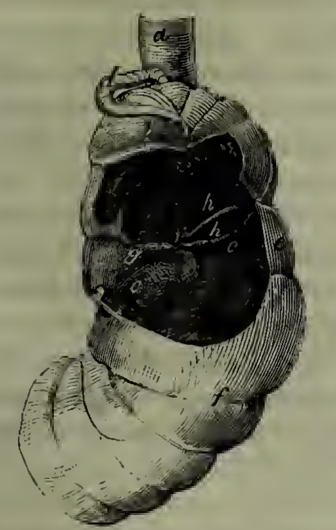


Fig. 79.



So leicht sie die halbfesten Speisereste von dem Krummdarme aus in die dicken Gedärme eintreten läßt, so kraftvoll verschließt sie ihnen jeden Ausweg in die umgekehrte Richtung. Hei-

ster [1]) und Lieberkühn [2]) fanden schon, daß sie in vielen Leichen, mithin ohne Nebenhilfe irgend einer Muskelkraft, vollkommen schließt. Bläst man Luft von dem Dickdarme aus ein, füllt man ihn mit flüssigen oder breiartigen Massen, so dringt oft Nichts in den Krummdarm ein. Der Blinddarm berstet nach O'Beirne eher, als die Mischung nach den dünnen Gedärmen zurückgetrieben wird. Versagt die Klappe ihren Dienst in Einzelfällen am Leichnahme, dringt die eingeblasene Luft von selbst in den Dünndarm und ist ein angebrachter Druck im Stande, diesen Erfolg zu vermitteln, so trägt wahrscheinlich die Erschlaffung der schon in Fäulniß übergehenden Theile und die Lostrennung der natürlichen Gekrösbefestigungen die Hauptschuld des Mißverhältnisses. Da alle Gebilde im Leben frisch und fest sind und die Muskelfasern zur Noth nachhelfen können, so sind nur außerordentliche Verhältnisse im Stande, solche antiperistaltische Irrwege möglich zu machen. Ein hartnäckiger Verschluß der dicken Gedärme, wie er bei Brucheinklemmungen, Einschnürungen oder anderen krankhaften Entartungen des Grimmdarmes vorkommt, vermag allein den Widerstand der Klappe zu überwinden und Kothmassen, die später erbrochen werden, in den Dünndarm eindringen zu lassen.

545 Die schiefe Einsenkung des Krummdarmes und die eigenthümliche gekrümmte Lage und Ausbeutelung des Blinddarmes erleichtern den pünktlichen Dienst der Bauhin'schen Klappe. Kommen die Speisereste von dem Krummdarme herab, so gleiten sie leicht über die geneigte Ebene, welche durch den unteren Klappensaum und dessen Nachbarschaft gebildet werden, dahin und erhalten schon hierdurch, wenn sie durch die Spalte dringen, den Weg nach dem Blinddarme angewiesen. Die schiefe Lage der Mündung selbst und die Morgagnischen Haltbänder begünstigen diese Richtung. Zieht sich dagegen der Blinddarm zusammen, um seinen Inhalt dem Wurmfortsatze oder dem aufsteigenden Grimmdarm zu überliefern, so wird die obere Wand der Einsenkungsstelle des Krummdarmes niedergedrückt, die Mündung geschlossen und jeder unpassende Rücktritt unmöglich gemacht. Sind die Nahrungsreste, wie gewöhnlich, breiartig, so müssen sie dieses Spiel vorzugsweise erleichtern. Es wechselt übrigens wahrscheinlich in seinen Einzelnheiten nach Verschiedenheit der Ausbildung der Grimmdarmklappe und der Morgagnischen Haltbänder.

546 Die Größe und Form des Blinddarmes und des Wurmfortsatzes wechselt in hohem Grade in dem Menschen. Es wäre möglich, daß nicht bloß die ursprüngliche Bildung, sondern auch die Nahrungsweise Schwankungen der Art veranlaßte. Während die Pflanzenfresser einen sehr großen und entwickelten Blinddarm, der meist mit Speiseresten strotzend angefüllt ist, besitzen, erreicht er einen nur geringen Umfang in den Fleischfressern. Erlangt nun auch das menschliche Cöcum verhältnißmäßig

---

[1]) G. C. Ihl praes. C. Heister, De valvula coli. Altorfii, 1718. Haller, Disput. anat. select. Vol. I. Gottingae, 1746. 4. p. 567.

[2]) J. N. Lieberkühn, De valvula coli et usu processus vermicularis. Lugd. Batav. 1739. Ebendaselbst pag. 589.

nie den Rauminhalt des Blinddarmes der Herbivoren, bleibt es vielmehr immer auf einer gewissen mittleren Höhe der Ausbildung stehen, so kann man doch vermuthen, daß seine Größe nach dem anhaltenden Genusse von Pflanzenspeisen zunimmt. Sein Inhalt ist halbfest oder flüssiger. Eine größere oder geringere Menge von Gasen pflegt immer die dichteren Massen zu begleiten.

547 Unterliegt es kaum einem Zweifel, daß die Nahrungsreste bei regelrechter Verdauung den Blinddarm durchsetzen, so läßt sich dieses nicht in jedem Falle für den Wurmfortsatz mit gleicher Bestimmtheit annehmen. Er enthält oft im Fötus Kindspech und führt häufig im Erwachsenen flüssige oder feste Massen. Ein Theil der Nahrungsreste kann unzweifelhaft bis zur Spitze des Wurmfortsatzes vordringen. Es läßt sich aber nicht entscheiden, ob alle in dieses enge Nebensäckchen eintreten. Die mannigfachen Verschiedenheiten, die seine geradere oder schiefe, längliche oder rundere Mündung darbietet, und die klappenartige Einrichtung, mit der die Oeffnung nicht selten versehen ist, mögen in dieser Hinsicht einen wesentlichen Einfluß ausüben. Der Ausgangstheil des Wurmfortsatzes ist wenigstens in vielen Fällen so gestellt, daß er nur die breiartigen Massen, wenn sie nach dem blinden Ende des Cöcum oder von einer Seite zur anderen wandern, aufzunehmen vermag, durch andere Bewegungsrichtungen dagegen verschlossen werden muß.

Der Eingang und Rauminhalt des Wurmfortsatzes kann sich krankhafter Weise so sehr erweitern, daß er umfangreichere, dichtere Kothmassen oder selbst fremde Körper, die ihnen beigemengt sind, aufzunehmen im Stande ist. Er wird dabei nicht selten durch geschwürige oder brandige Zerstörung geöffnet, ergießt seinen Inhalt in die Bauchhöhle und verursacht auf diese Weise den Tod. Siehe A. Genzmer, De perforatione processus vermiformis. Berolini 1842. 8. p. 11—52.

548 Die Verbindung des Blinddarmes mit dem aufsteigenden Grimmdarme bereitet eine besondere Schwierigkeit. Urtheilt man nach den Verhältnissen, die der aufgeblasene und getrocknete Dickdarm darbietet, so gehen die beiden genannten Theile des Nahrungscanales durch eine so große Oeffnung in einander über, daß der Blinddarm im Augenblicke seiner Zusammenziehung einen Theil des Inhaltes, den er eben empfangen, in den aufsteigenden Grimmdarm übertreiben muß. Soll dieses verhütet werden, so muß sich, wie es scheint, der Anfangstheil des Grimmdarmes gleichzeitig verengern. Schiebt dieser später seine Kothmassen in entgegengesetzter Richtung weiter, so muß wiederum der Rückweg in den Blinddarm verschlossen werden. Die Organisation des Pferdes scheint darauf hinzudeuten, daß wenigstens hier ein entschiedenerer Abschluß zu Stande kommt. Denn dieses Thier besitzt nach Gerber einen starken Ringmuskel an der Anfangsstelle des aufsteigenden Colon.

549 Der Dickdarm zeichnet sich nicht bloß durch seine größere Weite, sondern auch durch seine zellenartigen Ausbuchtungen (Haustra), Fig. 80. *e*, (S. 288) die Längsbänder, die zwischen ihnen verlaufen (Taeniae), *f*, und die sichelförmigen Falten (Plicae sigmoideae) *g*, die im Inneren

Fig. 80.



die Zellen trennen, aus. Er erhält dadurch einen größeren Rauminhalt und z. Thl. eine ausgedehntere Oberfläche. Der Koth kann sich deshalb in ihm in bedeutenderer Menge ansammeln, nochmals verarbeitet und ausgesogen werden. Luftmassen müssen bei der Weite des Ganzen leichter durchstreichen; festere Stoffe dagegen auf dem hügeligen Boden länger zurückgehalten werden und harte nicht selten in den Zellen eine Zeit lang liegen bleiben. Da die Fäulniß, der die Excremente unterworfen sind, Gase in reichlichem Maaße zu entbinden pflegt, so war ein mit Nebenzellen versehenes Rohr zweckmäßig angebracht. Hätte die Natur die Oberflächenvergrößerung, wie im Dünndarme, durch einen engeren und faltenreicheren Cylinder zu erzielen gesucht, so wäre dieser durch jede bedeutende Luftentwickelung in übermäßigem Grade gespannt worden.

550 Oeffnet man den Unterleib eines eben getödteten Kaninchens, so zeigt fast nie der Dickdarm einen solchen Sturm der Peristaltik, als die Reihe der dünnen Gedärme. Er zieht sich zwar häufig von selbst oder durch den Reiz des örtlichen Anspruches zusammen. Allein Alles geht, wenn man den Mastdarm ausnimmt, ruhiger vor sich. Der Blinddarm verhält sich hierbei meist träger, als der Grimmdarm. Seine stärkere Füllung bedingt überdieß einen größeren Widerstand.

Lebende Thiere bieten keine lebhafteren Bewegungen unter den gewöhnlichen Verhältnissen dar. Die Zellen senken sich oft; die Einschnürungen treiben sich dabei bisweilen auf; ein Stück wird häufig übersprungen oder nur leise verändert, während ein benachbarter Theil seine Gestalt in stärkerem Grade wechselt. Die Längsbänder verkürzen die Hauptaxe des Rohres, treiben die Seitenzellen oder deren Zwischentheile auf oder verbinden sich mit den Wirkungen der queren Muskelfasern, um die Kothballen zu formen. Die Hindernisse, welche die Festigkeit der Excremente erzeugt, und die starke Ausbildung, die den einzelnen Muskelbündeln des Dickdarmes zukommt, deuten darauf hin, daß hier nicht geringe Druckkräfte entwickelt werden.

Die schon oben (§. 544.) angeführte Thatsache, daß die Kothmassen, wenn ihr Austritt nach unten verschlossen wird, die Gegenwirkung der Bauhin'schen Klappe überwinden, bestättigt dasselbe. Legt man dann eine künstliche Kothfistel an, so springen die Excremente mit vieler Gewalt nach Amussat hervor. Die elastische Rückwirkung und die Muskelkraft wirken hierbei wahrscheinlich gemeinschaftlich. Sind die dicken Gedärme durch Trommelsucht so sehr ausgedehnt, daß sich ihre Begrenzungen durch die Bauchdecken hindurch zu erkennen geben, so stürzen die Gase mit großer Heftigkeit bei der Punktur heraus.

551 Die Befestigungsweise des aufsteigenden Grimmdarmes gestattet nur beschränkte Ortsveränderungen. Der an seinem breiten Gekröse aufge-

hängte Quergrimmdarm dagegen sinkt in einzelnen Menschen durch seine Füllung bis zur Nabelgegend und selbst tiefer hinab. Es wäre möglich, daß die Biegungen, die er bisweilen darbietet, mit diesen Verhältnissen zusammenhingen. Man kann sich vorstellen, daß nach und nach eine anhaltende Anhäufung von Koth diesen Theil der dicken Gedärme stärker hinabzieht und verlängert und deshalb Fälle der Art in Unterleibskranken und nach Esquirol[1]) in Wahnsinnigen häufiger vorzukommen scheinen. Der absteigende Grimmdarm ist in der Regel noch unbeweglicher, als der aufsteigende. Es kann jedoch auch an ihm ein Gekröstheil, der ihm einen freieren Spielraum gestattet, vorkommen.

552 Kothentleerung. — Das Endstück des Nahrungscanales, der Mastdarm, erinnert in mancher Hinsicht, seiner Form und Thätigkeit nach, an die Speiseröhre. Seine starke Musculatur, die gleich der des übrigen Darmes aus glatten Fasern besteht, deutet auf kraftvolle Druckwirkungen hin. Die cylindrische Gestalt des ganzen Rohres muß die schnelle Fortschaffung, der Reichthum an musculösen Geweben, die sowohl der Quere, als der Länge nach verlaufen, jede beliebige Verengerung und die mächtige Schicht der Längsfasern die Verkürzung von oben nach unten begünstigen. Die mit Schleim bestrichene Innenhaut, die nur an einzelnen Stellen am Anfange und am Ende Querfalten bildet, giebt eine geglättete Bahn, auf der die Kothmassen leichter dahingehen.

553 Legt man den Mastdarm in einem eben getödteten Säugethiere bloß, so geräth er fast nie von selbst in peristaltische Bewegung. Mechanische Reize und vorzüglich der Anspruch der zu ihm verlaufenden Nerven regen ihn dagegen häufig zu lebhafter Thätigkeit an. Er zieht sich kraftvoll von oben nach unten zusammen, krümmt sich bisweilen dabei, wird oft mit vieler Gewalt durch seine Längenfasern nach der Afteröffnung hin gestoßen und geht deshalb abwechselnd auf und nieder. Enthält er Kothmassen, so lassen sich seine Verkürzungen in lebenden Kaninchen leichter beobachten.[2]) Die einzelnen Ballen werden ungleich herabgetrieben, so daß sie näher oder entfernter von einander zu liegen kommen. Der Theil des Mastdarmes, den sie eben noch durch ihre Masse ausgedehnt haben, schnürt sich nach und nach ein, schiebt sie auf diese Art fort und macht ihren Rücktritt durch seine fernere Verkürzung unmöglich.

554 Die an ihrer Gekrösschlinge aufgehängte *S*förmige Biegung des menschlichen Mastdarmes kann als besonderer Kothbehälter dienen. Bleiben in ihr Excremente liegen, so führen sie sie tiefer ihrer Schwere wegen in das Becken hinab. Ihre freie Lage gestattet überdieß noch mancherlei Ortsveränderungen, die für die Kothentleerung von Nutzen sein können.

555 Zweierlei Schließmuskeln stehen dem unteren Ausgange des Mastdarmes zu Gebote. Der eine, der innnere Afterschließer (Sphincter ani internus) bildet nur eine stärkere Entwickelung der glatten Kreisfasern;

---

[1]) Vgl. J. B. te Welscher, Diss. de quibusdam coli affectionibus. Trajecti ad Rhenam. 1840. 8. p. 20.
[2]) Vergl. schon Schwartz a. a. O. pag. 347.

der äußere dagegen (Sphincter ani externus) gehört zu den rothen Muskeln des Dammes und führt daher quergestreifte Elemente. Dieser kann willkührlich zusammengezogen und erschlafft werden und verschließt die Afteröffnung in ruhendem Zustande mit mäßiger Kraft. Der Koth und die Gase des Dickdarmes werden hierdurch zurückgehalten. Schiebt man aber den Finger durch die Mündung des Mastdarmes, so läßt sich der Widerstand des äußeren Afterschließers leicht überwinden.

556 Vergrößert sich der Drang zum Stuhlgange, ohne daß wir das Bedürfniß befriedigen, so kann unser Wille den After stärker schließen. Da hierbei einander die Hautwülste, die ihn umgeben, genähert werden, so läßt sich vermuthen, daß dann vorzüglich die oberflächliche Schicht des äußeren Afterschließers in Anspruch genommen wird. Bedeutendere Anstrengungen können wahrscheinlich den ganzen Muskel mit größerem Nachdruck wirken lassen.

557 Das Bedürfniß der Kothentleerung meldet sich in einzelnen Menschen täglich ein oder mehrere Male, in anderen dagegen erst nach längeren Zwischenräumen. Hartleibige Menschen, die sonst noch gesund sind, gehen nicht selten nach 4 oder 5 Tagen zu Stuhle. Häufen sich aber die Excremente in den dicken Gedärmen übermäßig an, so erzeugen sie nicht nur die schon früher erwähnten örtlichen Nachtheile (§. 551.), sondern veranlassen auch ein unangenehmes Gefühl von Druck und Spannung im Unterleibe. Eine reichere Gasentwickelung kann den längeren Aufenthalt im Darme begleiten. Kopfschmerz, Unbehaglichkeit, Mangel an Appetit, Aufstoßen und geistige Verstimmung verbinden sich häufig mit solchen Beschwerden. Die unnatürlichen Verhältnisse machen den Nahrungscanal für Störungen empfänglicher. Hartnäckige Verstopfung und anhaltende Durchfälle lösen sich daher nicht selten in Hypochondristen, Hysterischen, Leberkranken und ähnlichen Unterleibsleidenden ab.

558 Die unwillkührliche und unbewußte Zusammenziehung, die dem größten Theile des Verdauungsschlauches eigen ist, führt die Kothmassen durch die drei Theile des Grimmdarmes, die *S* förmige Biegung und den Mastdarm fort. Werden sie endlich gegen den Afterausgang getrieben, so drücken sie auf Theile, deren Wahrnehmungen zum Bewußtsein gelangen. Wir fühlen sogleich die Nothwendigkeit der Stuhlentleerung. Entsprechen wir dieser Foderung nicht, sondern verschließen den Ausgang um so kräftiger, so treibt der Mastdarm die Kothmassen zurück. Die Neigung, zu Stuhl zu gehen, schwindet für einige Zeit. Wollen wir das Bedürfniß befriedigen, so müssen wir warten oder einen stärkeren Druck zu Hilfe ziehen, weil die zu entleerenden Massen weiter hinaufgegangen sind und sich der Reizzustand des Mastdarmes für den Augenblick beruhigt hat. Kehrt aber später der Drang abermals wieder, so meldet er sich mit immer größerer Heftigkeit. Der verstärkte Afterverschluß wird immer mehr von den heftigeren Wirkungen des Mastdarmes in Anspruch genommen. Siegt er, so erzeugen sich leicht Schmerzen im Unterleibe. Erschlaffen dagegen die Schließer mit oder ohne den Befehl des Willens, so entladet

sich die Kothmasse mit Heftigkeit und geht mit Gasen oder flüssigen Stoffen, die sich indeß krankhafter Weise abgesetzt haben, davon

559 Wir würden irren, wenn wir nur den auf die Afteröffnung ausgeübten Druck der Excremente als die ausschließliche Ursache des Dranges zum Stuhle ansähen. Die lebhaften Zusammenziehungen des Mastdarmes bestimmen vielmehr diese Empfindung in hohem Grade. Menschen, die Durchfall haben, Kranke, die an Ruhr, Cholera und ähnlichen Störungen der Verdauungswerkzeuge leiden, Personen, die mit Entartungen oder Verschwärungen der dicken Gedärme behaftet sind, fühlen jeden Augenblick das Bedürfniß der Kothentleerung. Wollen sie es befriedigen, so bleibt ihre Mühe fruchtlos oder es geht nur eine geringe Menge von Flüssigkeit davon. Der reizbare Mastdarm zieht sich hier wahrscheinlich mit Lebhaftigkeit zusammen und täuscht auf solche Art das Gefühl des Kranken. Sprechen wir ihn mechanisch oder auf andere Weise an, so kehrt nicht selten dasselbe wieder. Die Einführung des Fingers in den After, ein Stuhlzäpfchen, ein reizendes Klystier oder die Einspritzung von Arzneien nöthigen oft den Menschen zum Stuhlgange, ohne daß dabei wahre Kothmassen austreten.

Verschiedene krankhafte Verhältnisse können den regelrechten Gang der Stuhlentleerung beeinträchtigen. Ist der Afterschließer vollkommen gelähmt, so hört auch der Einfluß des Willens auf den Stuhlgang auf. Jede kräftige Zusammenziehung des Mastdarmes treibt einen Theil der Kothmassen oder der Darmgase heraus. Bleibt dagegen der Afterschließer trotz des Willens des Menschen nervöser Störungen wegen verschlossen, so können nur künstliche mechanische Mittel den Austritt des Kothes zu Stande bringen.

Die Uebergangsstelle der *S*förmigen Biegung begünstigt ihrer Lage und Form nach die Ausbildung organischer Veränderungen, die nach und nach den Durchgang der Excremente unmöglich machen. Verschiedene Unordnungen in der Entwickelung des Embryo führen zu der Mißbildung, daß der After allein oder überdieß noch das Endstück des Mastdarmes mangelt.[1]) Sucht man in diesem Falle den natürlichen Ausgang durch eine Operation herzustellen, so kann man nur bei geringeren Graden der Abweichung, wenn der After durch eine dünnere oder dickere Haut verschlossen ist oder das blinde Ende des Mastdarmes tief hinabreicht, einen günstigen Ausgang erwarten. Findet dieses nicht Statt, so fehlt die willkührliche Entleerung des Kothes im besten Falle.

560 Die Kraft und die Beweglichkeit der dicken Gedärme nimmt nach unten hin mit dem größeren Widerstande der Kothmassen, die oft noch rascher durchgetrieben werden müssen, zu. Die *S*förmige Biegung leistet hierbei häufig die Dienste eines Regulators. Da der absteigende Grimmdarm dicker, als der Mastdarm ist, so konnte er eine übermäßige Kothmenge durch seine kraftvollere Zusammenziehung nach dem Mastdarm herabtreiben und diesen zu sehr ausdehnen oder dessen Verkürzungskräfte in zu hohem Grade in Anspruch nehmen. Die *S*förmige Biegung ist ihrer Lage nach im Stande, den Druck zu mildern und einen Theil des Kothes, wenn er herabgeführt oder bei dem Aufhalten des Stuhlganges zurückgetrieben worden, in sich zu behalten. Ist sie gefüllt, so richtet sie sich vielleicht zu dieser Zeit auf oder ändert ihre Lage bei der Stuhlentleerung in zweckmäßiger Weise.

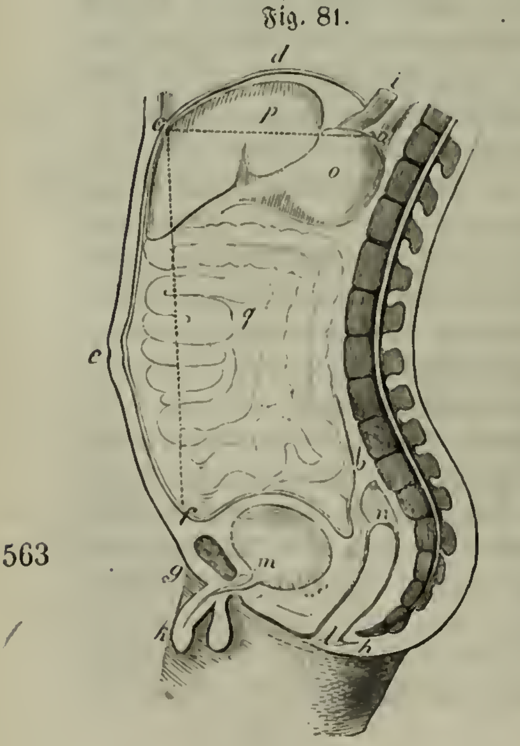
---

[1]) J. G. Alberti, De atresia ani congenita. Berolini, 1834. 8.

561 Der Füllungsgrad der dicken Gedärme und des Mastdarmes wechselt natürlich in hohem Maaße. Ist der Koth kurz vorher entleert worden und haben sich nicht wieder größere Excrementhaufen angesammelt, so findet sich häufig nach O'Beirne eine zwischen dem absteigenden Grimmdarme und der *S*förmigen Biegung angebrachte Einschnürung. Die Biegung selbst und der an seinem Gekröse aufgehängte Theil des Mastdarmes enthalten keine feste Massen. Nur das unterste von den Beckenmuskeln umgebene Ausgangsstück führt wiederum Bruchstücke der Excremente. Geht man zu Stuhl, so werden diese häufig sogleich entleert. Es dauert aber dann einige Zeit, bis der Grimmdarm und der Mastdarm neue Kothmengen herabgeführt haben. Klystiere können leicht von dem leeren Mastdarm aufgenommen werden. Reizen sie ihn mechanisch oder chemisch, so werden sie nicht selten binnen Kurzem allein ausgestoßen. Pflanzt sich die Bewegung weiter fort und schlägt sie darauf in die entgegengesetzte Richtung um, so erreicht man die beabsichtigte Wirkung der Stuhlentleerung.

562 Die Druckwirkungen, die den Austritt der Excremente vermitteln, können, wie bei dem Erbrechen, von den thätigen Theilen des Nahrungscanales, der Bauchpresse oder beiderlei Momenten zugleich geliefert werden. Der Mastdarm allein ist im Stande, leichter bewegliche Inhaltsmassen, wie Gase oder flüssige Stoffe, ohne weitere Nebenhilfe auszutreiben. Hunde, denen die Zwerchfellnerven und die Bauchmuskeln durchschnitten oder deren Bauchhöhle vollkommen frei gelegt worden, entleeren noch weichere Substanzen durch ihre Aftermündung. Der Versuch gelingt sogar bisweilen an frisch getödteten Thieren, deren Mastdarmnerven gereizt werden. Wächst aber der Widerstand in irgend bedeutendem Grade, so muß wiederum die Bauchpresse den Hergang wesentlich unterstützen. Sie kann auch ohne Hilfe des Mastdarmes flüssige und selbst feste Körper, die vor der Afteröffnung liegen, entfernen. Blähungen gehen häufig auf diese Weise von gesunden Menschen unwillkührlich ab. Leidet ein Kranker an heftigem Durchfall, an zu starker Schleimabsonderung im Mastdarme, an blutigen oder schleimigen Hämorrhoiden, so verliert er bisweilen etwas Flüssigkeit durch den After, wenn er hustet, nies't oder andere kraftvolle Ausathmungsbewegungen einleitet.

Fig. 81.



563 Die Stärke, mit welcher die Bauchpresse wirkt, richtet sich nach dem Widerstande, der sich dem Austritt der Kothmassen entgegenstellt. Ist dieser gering, so verbindet sich eine ge-

linde Zusammenziehung des Zwerchfelles *adc* mit einer schwachen Verkürzung der Bauchmuskeln *cef*. Da die Speiseröhrenöffnung *i* und die anderen Mündungen des Zwerchfelles verengt oder geschlossen sind, so muß sich die Druckwirkung von *apc* und *ef* nach dem Becken zu, nach *bnmf* fortpflanzen. Ist der Ausgang der Harn- und Geschlechtswerkzeuge *mk* geschlossen, so kann nur der Druck dem Endstücke des Nahrungscanales *nl* zu Gute kommen. Die Excremente werden desto eher zur Aftermündung *l* heraustreten. Die Pressung wirkt aber auch leicht auf die Blase und deren Nachbargebilde. Der Mensch urinirt daher nicht selten während des Stuhlganges. Sind seine Samenbläschen geschwächt oder überfüllt, so kann auch etwas Samen, vorzüglich bei stärkerem Drücken, ausgestoßen werden.

564 Muß die Bauchpresse kräftiger arbeiten, so athmen wir tief ein, füllen die Lungen, so stark es angeht, mit Luft, schließen die Stimmritze und suchen auf diese Weise den Einfluß des Zwerchfells von der Brust aus zu unterstützen. Das Ausathmen wird möglichst lange aufgeschoben und, wenn es nicht mehr umgangen werden kann, allmählig vorgenommen. Ein tiefer brummender Ton begleitet stärkere Anstrengungen der Art. Die Gesichtsmuskeln verkürzen sich in bestimmter Weise; die Mundspalte wird breiter; die Nasenflügel ziehen sich auf und gehen in die Höhe und die ganze Physiognomie erhält einen eigenthümlichen Ausdruck. Die willkührliche Hemmung des Athmens, die anhaltende und kräftige Zusammenziehung des Zwerchfells und der starke Druck, dem die Unterleibseingeweide unterliegen, treiben leicht das Blut in stärkerem Maaße nach dem Kopfe und der Brust. Das Antlitz röthet sich daher nicht selten, die Augen treten stärker hervor, die Carotiden, die Schläfenschlagadern und andere Arterien des Halses oder Kopfes klopfen heftiger. Begünstigen es die Verhältnisse, so kann der anstrengende Druck einen Anfall von Schlagfluß und das Bersten eines Lungenabscesses, einer Pulsadergeschwulst oder der Begrenzungen einer Arterienverengerung nach sich ziehen.

565 Die nachdrucksvolleren Bemühungen der Art beschränken sich nicht bloß auf möglichst kräftige Verkürzungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln, sondern der untere Rippenkorb selbst wird auch dabei verengt und nach abwärts gezogen. Passende Nebenverhältnisse, die wir, wie die Biegung des Körpers nach vorn oder das Andrücken der Hände an den Unterleib instinctmäßig einleiten, unterstützen dann noch das Ganze.

566 Es läßt sich natürlich nur theoretisch angeben, was indeß im Mastdarme vorgeht. Die kraftvolle peristaltische Zusammenziehung seiner Längen- und Querfasern treibt die Kothmassen zur Aftermündung heraus. Diese Thätigkeit hält nicht im gesunden Zustande fortwährend an, sondern ruht, sobald sie eine Zeit lang gedauert hat. Sind die Excremente hart, vertrocknet und in kleinere Bruchstücke gesondert, so fallen sie hierbei von selbst herunter. Besitzen sie dagegen eine halbweiche Consistenz, so schmiegen sie sich der Form der Mastdarmhöhle an und erhalten auf diese Weise eine wurstartige Gestalt. Der Theil, der zur Aftermündung herausgetreten, wird am Ende durch die Zusammenziehung des inneren Af-

terschließers, wie durch eine Scheere abgeschnitten. Die Menge der einzelnen Bruchstücke bezeichnet dann die Zahl der Absätze, die während der Austreibung des Kothes Statt gefunden haben. Ist der Mastdarm nicht zu sehr überfüllt, so weicht der Koth, der vor dem After lag, eine Strecke weit zurück und wird später von Neuem herabgetrieben.

567 Die verschiedenen rothen Muskeln, die im Damme angebracht sind, tragen nicht nur dazu bei, daß der untere Beckenausgang fester wird und dem Drucke der Bauchpresse größeren Widerstand leistet, sondern unterstützen auch wahrscheinlich die Kothentleerung durch ihre Zusammenziehung. Es ist jedoch nicht immer genau ermittelt, zu welcher Zeit und wie sie wirken.

Der Afterheber (Levator ani) kann den Endtheil des Mastdarms in die Höhe ziehen, verkürzen und in geringem Grade erweitern, das Steißbein heben und den Beckenausgang verkleinern. Wirkt er während des Austrittes des Kothes, so wird er diesen Act erleichtern und den Vorfall des Mastdarmes verhüten. Tritt er unmittelbar darauf in Thätigkeit, so ist er im Stande, den Ausgang nach unten zu verengern. Die beiden Quermuskeln des Dammes (Transversus perinaei superficialis s. posterior und profundus s. anterior), deren Bestimmung noch dunkel ist, unterstützen vielleicht den Afterheber. Der Steißbeinmuskel (Coccygeus) beugt das Steißbein nach vorn und kann auf diese Weise die Hinterseite des Beckenausganges fester machen und beengen. Man weiß bis jetzt noch nicht, ob er sich zu derselben Zeit, wie der Afterheber, zusammenzieht oder nicht.

568 Da der äußere Afterschließer im Augenblicke, wo der innere die Kothmassen messerartig durchschneidet, erschlafft ist, so befindet sich dann der quergestreifte Muskel in entgegengesetzter Thätigkeit, als das gleichartige, aber mit glatten Fasern versehene Verkürzungswerkzeug.

569 Schwindet die Reizbarkeit nach dem Tode, so wird auch hierdurch der Afterverschluß gehoben. Leichen verlieren daher nicht selten flüssige oder halbflüssige Massen, die sich in ihrem Mastdarme befanden, von selbst oder entlassen Unreinigkeiten, wenn sie umgewandt oder fortgetragen werden.

570 Die in der Nähe des Afters befindlichen Haare können breiartige Kothmassen zurückhalten. Backen sie bei dem Trockenen derselben zusammen, so hindern sie den später eintretenden Stuhlgang oder machen ihn so lange schmerzhaft, als nicht die ganze Masse ausgerissen oder durch ein Bad erweicht und gereinigt worden ist. Die Wände der Afterkerbe verstärken durch Resonanz die höhere oder tiefere Tönung, die oft das rasche Entweichen der Darmgase durch die nur wenig geöffnete Afterspalte begleitet. Wird die Luft allmählig entlassen, so fällt die Tonbildung von selbst hinweg.

3. Chemie der Verdauung.

Da der Milchsaft und das Blut, welche die nahrhaften Bestandtheile der Speisen aufnehmen sollen, durch organische Häute von dem Darminhalte geschieden sind, so können sie nur ihre neue Zufuhr auf dem Wege der Diffusion empfangen. Die Verflüssigung, die Hauptbedingung einer jeden Endosmose, bildet deshalb einen der vorzüglichsten Zwecke, die durch den Verdauungsproceß erreicht werden. Feste Substanzen nehmen aus diesem Grunde seine Hilfe vorzugsweise in Anspruch. 571

Wollen wir eine zusammengesetzte Masse zerlegen, so prüfen wir sie mit einer Reihe verschiedener Auflösungsmittel, um allmählig ihre gesammten Bestandtheile zu verflüssigen und in dieser Form allseitiger zu verfolgen. Wir versuchen Weingeist, Aether, Wasser, Säuren und Alkalien und verschmähen selbst nicht das Zusammenschmelzen mit anderen Verbindungen, wenn wir nur die zur näheren Erforschung nöthigen Lösungszustände erhalten. Das Filtrum sondert jedes Mal das Flüssige von dem Rückstande, der ein stärkeres Bewältigungsmittel fodert. 572

Derselbe Gang wiederholt sich in unseren Verdauungswerkzeugen. Haben wir Speisen und Getränke gleichzeitig eingeführt, so nimmt die Flüssigkeit, die hier in reichlichem Maaße vorhanden ist, alle in ihr löslichen Bestandtheile auf. Ist dann der Mageninhalt verdünnter, als das Blut, so zieht dieses einen Theil desselben endosmotisch an. Die Diffusion, welche sich bei jeder späteren günstigen Gelegenheit wiederholt, versieht hier die Stelle des Filtrum. Der Rückstand, der in dem Darme bleibt, behält nur immer eine bedeutende Menge von Wasser, weil dieses zu anderen Zwecken unerläßlich ist, ein vollkommenes Austrocknen der festen Bestandtheile keinen Nutzen darböte und selbst der feuchten Umgebungen wegen unmöglich wäre. 573

Enthielten auch die Prüfungsflüssigkeiten, welche die Natur in dem Laboratorium des Verdauungscanales gebraucht, scharfe Stoffe, so konnten sie nur in bedeutender Verdünnung angewandt werden, weil sie sonst die Organtheile selbst angeätzt haben würden. Die großen Wassermengen, die neben ihnen vorhanden sind, gewähren den Vortheil, daß bald alle Lösungen, die auf dem Wege der Verdauung erzielt worden, verdünnt genug sind, um in's Blut den Diffusionsgesetzen gemäß überzutreten. 574

Die Mundflüssigkeiten, die den Nahrungsmitteln zuerst begegnen, bilden eine schwach alkalische, der Magensaft dagegen, dem sie unmittelbar nachher verfallen, eine sauere Flüssigkeit. Diese beiden Gegensätze wiederholen sich noch später in dem übrigen Verlaufe des Darmes. Salze, die ebenfalls auflösende Kräfte besitzen, gesellen sich überall diesen hervorstechenden Eigenschaften hinzu. 575

Die Natur würde aber nicht mit ihren schwachen Wirkungen, die ihr anderer Rücksichten wegen geboten sind, ausreichen, wenn sie nicht das mächtige Nebenmittel der Selbstzersetzung zu Hilfe zöge. Die meisten, 576

wo nicht alle Verdauungssäfte enthalten Verbindungen, die als Gährungs- oder Fäulnißerreger wirken. Ihre sauere oder alkalische Beschaffenheit bestimmt häufig die Richtung des Umsatzes und die Producte, die er erzeugt. Eine weise Berechnung leitet an jedem Ort einen passenden Zersetzungsgrad ein und bereitet zugleich die Veränderungen, die andere Bedingungen in einem späteren Darmstücke erzeugen sollen, vor. Ein Theil des Nahrungscanales schließt gleichsam erst die schwer zu bewältigenden Massen für seinen Nachfolger auf.

577 Kann aber hierdurch der Körper möglichst viel aus den Speisen aufnehmen, so gewährt ihm noch der Gang des gesammten Processes einen zweiten Vortheil. Die organischen Verbindungen, die sein Blut empfängt, sind zu fernerem Umsatz geneigter. Eine geringe Anregung ist im Stande, sie in passende Gewebtheile oder bestimmte gefoderte Ausscheidungsstoffe zu verwandeln. Die Veränderlichkeit, die bei der geringsten Unvollkommenheit der Einrichtung ihres ungehemmten Ganges wegen gefährlich würde, liefert dem kunstvollen Baue des Organismus wesentliche Vortheile.

578 Berücksichtigen wir aber, daß ein Theil des Nahrungscanals dem anderen vorarbeitet, so kann es uns nicht befremden, wenn künstliche Versuche, die wir mit einzelnen Verdauungssäften anstellen, unvollkommen bleiben. Die mechanische Verkleinerung der Nahrungsmittel, die das Kauen besorgt, erleichtert schon deren Löslichkeit, weil sie die berührenden Oberflächen vergrößert. Ein umfangreicher Eiweißwürfel wird daher dem künstlichen Magensafte mehr Widerstand leisten, als eine Albuminmasse, die wir zerkaut oder in feine Bruchstücke zerschnitten haben. Die Galle muß ungünstiger wirken, wenn sie rohe Nahrungsmittel empfängt, als wenn wir ihr Speisebrei, der schon dem Speichel und dem Magensafte ausgesetzt war, darbieten. Die Umwandlung, die von den dicken Gedärmen ausgeht, läßt sich am wenigsten nachahmen, weil uns die ganze Vorbereitung der Mundhöhle, des Magens und der dünnen Gedärme mangelt. Das sicherste Beweismittel einer jeden chemischen Erklärung, die Wiederholung des Processes unter geeigneten künstlichen Bedingungen, wird häufig auf diese Art vereitelt. Denn die mannigfachen Absonderungen des Nahrungscanals und die natürlichen halbfesten Mischungen, die wir in den einzelnen Darmtheilen antreffen, führen meist eine so große Menge veränderlicher Bestandtheile, daß man ihre Verbindungen kaum übersehen und sie noch weniger als Prüfungskörper einzelner Verdauungsstoffe gebrauchen kann.

579 Mundflüssigkeiten. — Die verschiedenen kleineren Absonderungswerkzeuge, die man als Lippen-, Wangen-, Backzahn-, Zungen- und Gaumendrüsen unterscheidet, und die größeren Speichelorgane, die weiter nach außen in der Nähe der Mundhöhle angebracht sind, bereiten die Lösungen, die später der Mundhöhle übergeben und bei dem Kauen mit den Speisen vermischt werden. Der Stenson'sche Gang entleert zu diesem Zwecke die Flüssigkeit der Ohrspeicheldrüse an der Innenfläche der Wange dem dritten oberen Backzahne gegenüber und der Wharton'sche das Sekret der

Unterkieferdrüse an einem eigenen dicht neben dem Zungenbändchen gelegenen Warzengebilde. Der Bartholin'sche Gang, der den größten Ausführungscanal der Unterzungendrüse bildet, kann sich mit dem Wharton-schen verbinden oder neben ihm öffnen. Entläßt außerdem die zuletzt genannte Drüse Rivini'sche Gänge, so münden sie in der Regel an dem Seitenrande der Zunge. Die in neuerer Zeit von Blandin, Nuhn [1]) und Schlemm beschriebene Zungenspitzendrüse, die nur dem Menschen und dem Orang-Outan, so viel man weiß, zukommt und zwischen dem unteren Längen- und dem Quermuskel der Zunge liegt, sendet viele Gänge nach der Unterfläche der Letzteren und muß leicht ihre Flüssigkeit bei den Bewegungen dieses Organs entleeren.

580 Da der Reiz, den der Anblick oder der Genuß von Speisen erregt, eine größere Menge von Speichel in die Mundhöhle fließen läßt, so wird bei dieser Gelegenheit der flüssigere Speichel mehr, als sonst, über den dichteren Mundschleim vorherrschen. Die mechanische Durchtränkung der gekauten Nahrungsmittel machte schon eine Einrichtung der Art nothwendig. Der zähe, glatte und weniger bewegliche Schleim konnte nicht in alle feinen Spalten, welche die Nahrungsmittel durchsetzen, eindringen. War er dagegen mit einer wasserreichen Lösung, die überdieß manche Arten von Speisen in passender Weise verändert, gemischt, so konnte diese nach allen Punkten des Bissens auf dem Wege der Capillarität vordringen. Der trägere Schleim dagegen hielt sich mehr an dessen Oberfläche und machte ihn glatter und zu fernerem Fortgange geneigter.

581 Wie wir die Analyse einer Substanz, die wir nicht mit Aether oder Alkohol behandeln wollen, mit dem Wasserauszuge beginnen, so hat zuerst die Natur eine der verdünntesten Flüssigkeiten unseres Körpers mit den Nahrungsmitteln in Berührung gebracht. Der Wassergehalt der aus Speichel und Schleim bestehenden Mischung, die sich immer in unserer Mundhöhle vorfindet, wechselt zwar nach Verschiedenheit der Verhältnisse. Untersucht man aber größere Mengen, wie sie bei Eßlust oder nach künstlichen Reizen hervorströmen, so findet man, daß sie in keinem Falle 2% festen Rückstandes führen. Sammelte ich den Speichel, den ich im Laufe eines Tages von selbst, bei dem Tabackrauchen und hin und wieder durch das Kitzeln des weichen Gaumens erhielt, auf einem doppelten Filtrum, so vertrieb die Verdampfung der klar durchgelaufenen Flüssigkeit 99,23% in einem und 99,22% in einem zweiten Falle. Berzelius fand in dieser Beziehung 99,29%, Simon 99,12%, Wright 98,81%, L'Héritier 98,65% und Hünefeld 98,8 bis 98,4%. Der reine Speichel, der aus einer Fistel der Ohrspeicheldrüse eines Menschen austrat, führte nach van Setten 98,38% Wasser.

Die übrigen Flüssigkeiten, die später zur Verdauung dienen, zeigen meist größere Mengen festen Rückstandes. Tiedemann und Gmelin erhielten 98,05% Wasser für den filtrirten Magensaft eines Hundes, dem

[1]) A. Nuhn, Ueber eine bis jetzt noch nicht näher beschriebene Drüse im Innern der Zungenspitze. Mannheim, 1845. S. 6.

sie Kalksteine nach 36stündigem Fasten gegeben hatten, 91,28% für den künstlich entlockten Bauchspeichel dieses Thieres und 96,35 bis 94,81% für den Pancreassaft des Schaafes. Die Galle des Menschen verliert bei dem Verdampfen 90,90% nach Thénard und 90% nach Fromherz und Gugert und die des Ochsen 92,38 bis 90,74% nach Berzelius und 91,51% nach L. Gmelin.

Eine sehr geringe Eigenschwere entspricht diesem Wasserreichthume des Speichels. Die Flüssigkeit, die aus der Ohrspeicheldrüsenfistel eines Mannes abfloß, hatte als specifisches Gewicht nach C. H. Mitscherlich [1]) 1,0061 bis 1,0088 und nach van Setten [2]) 1,021. Die mit Mundschleim vermischte Masse, wie wir sie gewöhnlich ausspucken, ergiebt in dieser Hinsicht nach L. Gmelin 1,0043 und nach Hünefeld 1,0038 bis 1,0066. Wright fand 1,0079 im Durchschnitt von 200 Menschen. Die beiderseitigen Grenzen glichen 1,0069 und 1,0089. Eigenschweren, die zwischen 1,01 und 1,003 liegen, verrathen nach ihm eine krankhafte Zusammensetzung des Speichels.

Entsteht ein Speichelfluß von selbst oder wird er durch den Gebrauch des Quecksilbers und ähnlich wirkender Arzneien erzeugt, so führt nicht immer die schleimigte in reichlicherer Menge entleerte Masse weniger feste Stoffe, als der gesunde künstlich entlockte Speichel. So fand sich z. B.

Alter und Geschlecht.	Speichelfluß.	Speichel-Procente.		Beobachter.
		Wasser.	Fester Rückstand.	
22jähriges Mädchen	Spontan	99,71	0,29	C. G. Mitscherlich.
29jähriger Mann	künstlich	99,59	0,41	
Mann	Spontan	99,12	0,88	J. Vogel.
»	Anfang des künstlichen	98,98	1,02	Wright.
»	künstlich	98,87	1,13	
»	desgl.	98,74	1,26	
»	desgl.	97,41	2,59	Simon.

Die großen Unterschiede, die in diesen Angaben verschiedener Schriftsteller vorkommen, rühren wahrscheinlich zu einem großen Theile davon her, daß die Einen nur das klare, von Schleim und Epithelien befreite Filtrat, die Anderen dagegen die Mundflüssigkeiten im Ganzen verdampften. Sind alle mechanischen Gemengtheile entfernt, so fällt immer der Wasserreichthum bedeutender aus.

582 Bedenkt man, daß ein reichlicher Trunk mehr Wasser den Speisen zuführt, als die Mundflüssigkeiten, die sich mit ihnen vermischen, enthalten, so ergiebt sich von selbst, daß die große Feuchtigkeitsmenge des Speichels als bloße Nebenhilfe dienen kann. Sie beginnt ihre Thätigkeit bei

[1]) C. G. Mitscherlich, in Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde. Bd. 40. Berlin, 1832. 8. Heft I. und Ej. Diss. de salivae indole in nonnullis morbis. Berolini, 1834.

[2]) Guil. van Setten, Diss observationes continens de saliva ejusque vi et utilitate. Groningae, 1837. 8.

dem Kauen und setzt ihre Wirkung in dem Magen fort. Es wäre noch möglich, daß die übrigen einflußreichen Stoffe des Speichels viel Wasser nöthig hätten, weil sie ihre geeigneten Kräfte in verdünnten Lösungen besser entwickelten.

583 Die Reaction der Mundflüssigkeiten schwankt nicht nur nach Verschiedenheit der Personen, sondern auch nach Maaßgabe der Verhältnisse, in denen sich ein und derselbe Mensch befindet. Essen wir nicht, stört keine Aufregung die gemäßigte Speichelabsonderung, wie sie der Ruhezeit eigen ist, so finden wir meist die Mundflüssigkeit neutral, seltener dagegen schwach sauer oder alkalisch. Hünefeld [1]) giebt sogar an, daß dann der Speichel desselben Menschen das blaue Lacmuspapier röthet, wenn er auch das rothe in geringem Grade blau färbt. Trocknet man ihn ein und löst später den Rückstand von Neuem auf, so erhält sich nach ihm diese zweideutige Wirkung.

584 Manche Forscher, wie Fr. Arnold, fanden, daß die Flüssigkeiten, die sich in der Nähe der Mündungen der Wharton'schen Gänge ansammeln, in jedem Alter und Geschlecht und zu allen Zeiten alkalisch reagiren. Die Forscher, die sich mit Untersuchungen der Art beschäftigt haben, kamen zu dem leicht zu bestättigenden Resultate, daß die Mundflüssigkeiten des gesunden Menschen, die sich vor und bei dem Essen in reichlicher Masse anhäufen, alkalisch werden. Ließ Mitscherlich seinen oben erwähnten Kranken essen, so floß ein alkalischer Speichel zur Oeffnung der Ohrfistel heraus. Es wäre daher möglich, daß die neutrale Beschaffenheit, welche die Mundflüssigkeiten im Zustande der Ruhe zu besitzen pflegen, von der Gegenwirkung des Mundschleimes herrührte, diese aber zur Essenszeit von dem stärker hervorquellenden Speichel unterdrückt würde.

585 Die Magenthätigkeit und nicht das Kauen scheint die stärkere alkalische Reaction des Speichels als Folgewirkung nach sich zu ziehen. Der Umstand, daß die Mundflüssigkeiten, die der Geruch angenehmer Nahrungsmittel hervorlockt, alkalischer zu werden pflegen, kann schon zu Gunsten dieser Ansicht gedeutet werden. Führte Wright [2]) einen aus Rindfleisch, Brod und Wasser bestehenden Brei durch eine Pumpe in den Magen eines hungernden Dachshundes ein, so stieg schon die Alkalescenz des Speichels in einer halben Stunde. 3,4% Alkali (?) ließen sich in ihm drei Stunden später nachweisen. Vermischte man dagegen die Masse mit Speichel statt des Wassers, so soll nach jenem Forscher die Erhöhung der alkalischen Reaction ausgeblieben sein, Künftige Forschungen müssen noch diese Verhältnisse näher erläutern.

586 Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die alkalische Beschaffenheit der Mundflüssigkeiten durch deren Salze bedingt wird. Chlorkalium und Chlornatrium, dreibasisch-phosphorsaueres und schwefelsaueres Natron und

---

[1]) F. L. Hünefeld, Chemie und Medicin in ihrem engeren Zusammenwirken. Bd. II. Berlin, 1841. 8. S. 44.

[2]) S. Wright, Der Speichel in physiologischer, diagnostischer und therapeutischer Beziehung in S. Eckstein's Handbibliothek des Auslandes. Lief. II. Wien, 1844. 8. Seite 45.

phosphorsauere Verbindungen des Kalkes, des Talkes und des Eisenoxyds bilden nach Enderlin[1]) 97,9% der Speichelasche. Die beiden Chloralkaloide betragen 61,93 und das phosphorsauere Natron 28,12%. Sollte auch das letztere Salz die alkalische Reaction vorzugsweise bedingen, so kann man doch nicht mit Enderlin die auflösende Wirkung des Speichels von ihm allein herleiten. Wir werden vielmehr bald sehen, daß in dieser Hinsicht die organischen Stoffe wesentliche Rollen zu übernehmen pflegen.

587 Man kennt noch nicht hinreichend die feuerflüchtigen Verbindungen, die dem Speichel eigen sind. Die einzelnen künstlich dargestellten Körper, die man mit dem Namen des Speichelstoffes oder des Ptyalin, der thierischen Diastase oder des Speichelextractes bezeichnet, sind weder rein und in beständigen Formen dargestellt, noch elementaranalytisch geprüft worden. Man muß daher jeden Schluß, den man aus den Eigenschaften solcher Substanzen herleiten will, als eine schwankende hypothetische Vorstellung betrachten.

588 Der Speichel im Ganzen zeichnet sich vorzugsweise dadurch aus, daß er gekochte Stärke in Dextrin und Stärke- oder Traubenzucker (§. 378.) überzuführen im Stande ist. Diese Eigenschaft, die zuerst von Leuchs bemerkt und von Schwann bestättigt worden ist, hat sich in den neueren Versuchen von Pappenheim, Hoffmann, Wright, Mialhe, Bouchardat und Sandras, Müller und mir, Bernard und Barreswill und Magendie vielfach bewährt.

589 Vermischt man eine Abkochung von Stärkekleister mit einer hinreichenden Menge von Mundflüssigkeiten, wie sie unmittelbar ausgespieen werden, oder mit dem hellen und klaren Filtrate, das größtentheils seinen Schleim, die Epithelialblättchen und die Speichelkörperchen verloren hat, so bemerkt man nach einiger Zeit, daß ein Theil der Stärke in Traubenzucker umgesetzt worden. Befindet sich die Mischung in einer mäßigen höheren Wärme, so geht die Veränderung rascher vor sich. Eine Temperatur von 18 bis 20° C. begünstigt schon den Erfolg in merklicher Weise. 30 bis 38° beschleunigen die Wirkung in noch höherem Grade. Allzuhohe Hitze schadet leicht. Manche Speichelarten verlieren ihre Kraft durch das Kochen, andere dagegen behalten dann noch einen Theil ihrer Wirksamkeit zurück. Die Menge des nebenbei vorhandenen Schleims scheint vorzugsweise den Unterschied zu bedingen.

590 Die rohe Stärke widersteht dem Einflusse des Speichels mit großer Kraft. Arbeitet man in niederer Temperatur, so bleibt in der Regel der Zuckerumsatz aus. Eine höhere Wärme wirkt günstiger, weil sie zugleich die Molecularveränderungen des Stärkmehls einleitet oder erleichtert. Doch bleiben selbst oft noch die Veränderungen bei 38° bis 42° C. aus.

Die Bemühungen, in solchen Flüssigkeiten Zucker nachzuweisen, scheitern häufig an manchen Nebenumständen. Die Pettenkofer'sche Probe, die Flüssigkeit mit Schwefelsäure und Galle zu versetzen (S. später bei der Gallenabsonderung) kann in diesem Falle gar nicht gebraucht werden, weil schon die Schwefelsäure selbst die Stärke gleich dem Speichel umsetzt. Prüft man daher die reine Kleistermasse, so erhält man von vorn herein die dunkelviolette Färbung.

[1]) Annalen der Chemie u Pharmacie. Bd. 39. Heidelberg, 1844. S. 360—362.

Das von Trommer [1]) angegebene Verfahren eignet sich zwar häufig zum Nachweis des Traubenzuckers, der durch die Wirkung des Speichels gebildet wird. Bleibt aber die bald anzugebende Reaction aus, so darf man noch nicht mit Sicherheit schließen, daß kein Zucker gebildet worden. Der Concentrationsgrad der angewandten Flüssigkeit und ein zu großer Kupferniederschlag treten nicht selten als Hindernisse in den Weg. Dextrin erzeugt übrigens schon ähnliche Veränderungen, wie Traubenzucker. Man kann daher höchstens auf diesem Wege beweisen, daß die Selbstzersetzung eingeleitet, nicht aber, daß sie wahrhaft bis zur Zuckerbildung fortgeführt worden ist.

Will man sich der Trommer'schen Untersuchungsmethode bedienen, so versetzt man die Mischung mit einer Lösung von schwefelsauerem Kupferoxyd. Die Anwesenheit geringer Mengen von Zucker verräth sich dann schon bisweilen durch eine lasur- bis indigoblaue Farbe der Mischung. Fügt man nun Kali hinzu, so erzeugt sich eine blaßbläuliche Fällung von Kupferoxydhydrat. Ist das Ganze heiß, so stellt sich oft ein schwarzer Niederschlag ein. Enthält die Lösung Dextrin oder Traubenzucker, so bildet sich nach einiger Zeit eine gelbliche bis braungelbliche Kupferoxydulmasse. Man kann die Wirkung durch das Kochen befördern. Es ist jedoch nicht rathsam, dieses Mittel in unserem Falle anzuwenden, weil die höhere Wärme Verhältnisse, die nicht den Einflüssen des lebenden Körpers entsprechen, herbeiführt.

Die Trommer'sche Probe hat im Ganzen einen größeren Ruf, als sie zu verdienen scheint. Sie versagt häufig in Speichel-Stärkemischungen, weil nicht die gehörigen Mengenverhältnisse der einzelnen Zusätze getroffen worden sind oder andere Nebenverbindungen störend eingreifen.

Die Vorschrift von Heller [2]), eine Lösung, in der man Traubenzucker vermuthet, mit kaustischem Kali zu kochen, bis sich eine dunkelorange bis braunrothe Farbe bildet und ein Zusatz von Salpetersäure den Molassegeruch neben den dann frei werdenden Gasen entwickelt, kann häufig mit Nutzen gebraucht werden. Sie leitete mich oft, wo mir die Trommer'sche Probe versagte. Reines aus Stärke bereitetes und in kaltem Wasser vollkommen lösliches Dextrin gab mir die gleiche Veränderung, wie bloßer Traubenzucker oder dessen krystallisirte Verbindung mit Kochsalz. Das Ausbleiben der Reaction berechtigt aber auch hier nicht, alle Anwesenheit von Dextrin oder Traubenzucker zu läugnen.

Die Stärke und der Rohrzucker beantworten weder die Trommer'sche noch die Heller'sche Probe. Man führt sie aber leicht in Traubenzucker über, wenn man sie mit ein wenig Schwefelsäure aufkochen läßt. Die Flüssigkeit muß dann bei der Probe alkalisch gemacht werden.

Kalk oder Barytwasser leisten die gleichen Dienste, wie kaustisches Kali. Sie zeigen Dextrin, Traubenzucker und Kochsalz-Traubenzucker, nicht aber Rohrzucker an. Die in der Siedhitze erhaltene, den angenehmen Molassegeruch verbreitende weingelbe Lösung hat einen Stich ins Braune bei geringer und eine schwach grünliche Nuance bei starker Verdünnung. Der Zucker bildet in allen diesen Fällen Säuren, die sich mit den Basen zu Neutralsalzen nach Peligot [3]) verbinden.

Die Vorschläge, die Anwesenheit des Zuckers aus der Krystallform der Verbindung desselben mit Kochsalz, der Reduction der Chromsäure und dem Verhalten zu Salzsäure und Schwefelsäure zu erkennen, gewähren gar keine Sicherheit [4]).

Stehen größere Mengen zu Gebote und will man sich nicht bloß auf den süßen Geschmack verlassen, so verfährt man am besten, wenn man die Flüssigkeit verdampft, den Rückstand mit Weingeist behandelt und durch Verdunstung desselben den Zucker darstellt. Enthält der Alkohol 14% Wasser, so löst er $\frac{1}{8}$ Traubenzucker bei 25° C. auf. Wasserfreier nimmt $\frac{1}{20}$ auf.

Die Gährung kann in einer anderen Art den Zucker nachweisen. Traubenzucker unterliegt ihr eher, als Rohrzucker, weil dieser erst in jenen übergeführt werden muß.

---

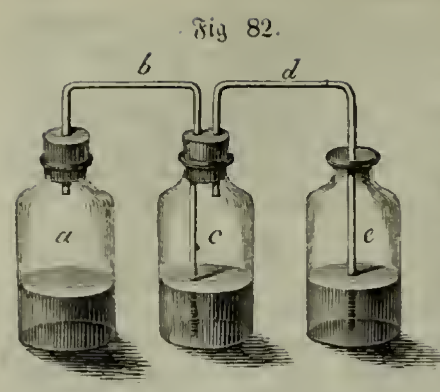
[1]) Trommer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. XXXIX. Heidelberg, 1841. 8. S. 360—62.

[2]) Heller, in s. Archiv für physiologische und pathologische Chemie. Wien, 1844. 8. Seite 212.

[3]) Peligot, l'Institut. 1846. Nro. 649. p. 198.

[4]) Budge und Lehmann, in Schmidt-Göschen's Jahrbüchern. Bd. XLV. Leipzig, 1845. 4. Seite 6. 7.

Fig 82.



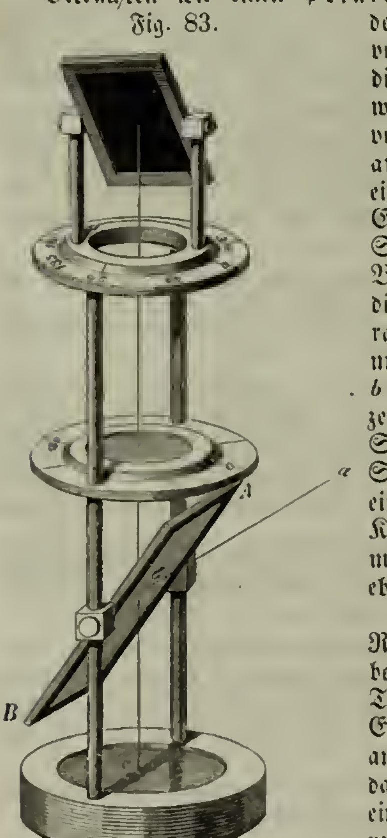
Die Fig. 82. abgebildete Vorrichtung, die man noch zu manchen anderen Verdauungsversuchen gebrauchen kann, dient zur Verfolgung der Gährungserscheinungen des Zuckers. Man bringt zu diesem Zwecke die Prüfungslösung in ein Fläschchen *a* und setzt ihr hier etwas Hefe zu. Ein Knierohr *b* verbindet die sonst geschlossene Flasche *a* mit einer zweiten *c*, die basisch essigsaueres Bleioxyd oder klares Kalkwasser enthält. Sie führt durch *d* zu einer dritten Flasche *e*, die reines Kalkwasser enthält und ganz offen ist oder noch ein frei mündendes Röhrchen trägt.

Stellt man nun das Ganze ins Warme, so geht bald der Zucker in Gährung über. Die hierdurch gebildete Kohlensäure dringt von *a* nach *c* durch *b* vor und schlägt kohlensaueres Bleioxyd oder kohlensaueren Kalk als weißes Pulver nieder. Das in *e* befindliche Kalkwasser dient als Sicherheitsvorrichtung, damit die Kohlensäure der Luft keine Störungen bereite. Gährungspilze entwickeln sich überdieß in der in *a* befindlichen Lösung.

Die Polarisationserscheinungen des Lichtes liefern noch ein Mittel, Dextrin und Zucker zu erkennen. Wollen wir uns das hierauf begründete Verfahren klar machen, so müssen wir einige optische Verhältnisse näher ins Auge fassen.

Betrachten wir einen Polarisationsapparat z. B. den von Nörrenberg, den uns Fig. 83. zeigt, so ist *A B* eine kleine Platte von Spiegelglas, die an den beiden Seitenstäben um die wagerechte Achse ihrer Befestigungspunkte gedreht werden kann. Neigt man sie so, daß sie einen Winkel von 35° 25′ mit der Vertikalen bildet und fällt dann auf sie ein Lichtstrahl *a b* z. B. unter 54° 35′, so wird ein Theil desselben in der Richtung *b c* zurückgeworfen. Er gelangt daher in *c* auf einen unten geschwärzten Spiegel, der sich in dem kreisförmigen und wagerechten Boden des Fußgestells befindet, geht dann senkrecht in die Höhe und erreicht den am oberen Ende des Apparates angebrachten, hinten ebenfalls geschwärzten und unter 35° 25′ geneigten Zerlegungsspiegel. Der Strahl *b c* ist, wie wir bald sehen werden, polarisirt, d. h. er zeigt verschiedene Eigenschaften an verschiedenen Seiten. Seine Lichttheilchen sind mit ihren übereinstimmenden Seiten nach einer Gegend oder Richtung hin gewandt — eine Erscheinung, die an die Beziehung der magnetischen Kraft zu bestimmten Polen erinnert. Die durch *a b* und *b c* bestimmte Ebene heißt die Polarisationsebene.

Fig. 83.



Der Zerlegungsspiegel kann mittelst des obersten Ringes, auf dem seine Tragstücke ruhen, im Kreise bewegt werden. Die an der Unterlage angebrachte Theilung giebt die Grade der Wendung an. Die Ebene, die durch 0° und 180° geht, fällt, wie es Fig. 83. andeutet, mit der Polarisationsebene zusammen. Steht dagegen der Anzeigestrich auf 90° oder 270°, so kreuzen einander die Reflexionsebene des oberen und die des unteren Spiegels oder jene und die Polarisationsebene unter einem rechten Winkel.

Befindet sich der Zeiger auf 0°, so bemerkt man den polarisirten und zurückgeworfenen Strahl mit voller Helligkeit in dem oberen Zerlegungsspiegel. Dreht man nun bis 90°, so nimmt das Licht mehr und mehr ab und sinkt endlich am meisten bei 90° selbst. Es erhöht sich aber wieder bei fernerem Drehen, wird bei 180° eben so groß, als es bei 0° war, verliert sich von Neuem bis zu 270° und verstärkt sich abermals von 270° bis

360° oder 0°. Die Reflexionserscheinungen zeigen sich also bei 0° und 180° am stärksten und bei 90° und 270° am schwächsten. Jene Ebene fällt mit der Polarisationsebene zusammen; diese kreuzt sie dagegen unter rechtem Winkel.

Manche Polarisationsinstrumente, z. B. die von Pixis haben unmittelbar einen hinten geschwärzten Spiegel statt der eingerahmten Spiegelplatte *A B*. Er sowohl, als der Zerlegungsspiegel *a b*, Fig. 84., tragen Theilungskreise *c d*, die den Neigungswinkel angeben. Ein unterer Bogen *e f* des Aufsatzes zeigt den Grad der wagerechten Wendung an.

Fig. 84

35° 25′ liefern die vollkommensten Wirkungen für Glas. Bedient man sich geschliffenen Obsidians, so wählt man am besten 33° als Neigung des Spiegels.

Der Zerlegungsspiegel kann auch durch eine glatte Turmalinplatte, deren Fläche der krystallographischen Hauptachse parallel ist, ersetzt werden. Denken wir sie uns in eine drehbare Fassung eingefügt, so erhalten wir die größte Lichtstärke des durch sie durchtretenden polarisirten Strahles, wenn die krystallographische Hauptachse einen rechten Winkel mit der Polarisationsebene der einfallenden Strahlen bildet und die geringste, wenn sie mit ihr zusammen fällt [1]). Eine kleine Turmalinzange [2]) kann auch in manchen Fällen als Polarisationsapparat dienen.

Die Eigenthümlichkeiten, die Dextrin und Zucker darbieten, beziehen sich auf Erscheinungen der sogenannten Circularpolarisation [3]). Legt man eine senkrecht auf ihre Achse durchschnittene Bergkrystallplatte auf das mittlere mit 0 und 180 bezeichnete Tischchen des Fig. 83. abgebildeten Polarisationsapparates, so sieht man ihr Bild in dem schwarzen Spiegel farbig. Dreht man den Zerlegungsspiegel von 0° bis 90°, 180° und 270°, so wechseln die Färbungen. Die Ordnung, in der dieses geschieht, bleibt sich aber nicht in allen Bergkrystallformen gleich. Ihre Krystallgestalten scheint nach Herschel [4]) ein Bestimmungsglied der Wirkungen zu bilden.

Man muß in manchen Fällen den Zerlegungsspiegel nach rechts von 0° nach 90° drehen, wenn man die prismatische Reihenfolge, Roth, Gelb, Grün, Blau und Violett erhalten will. Andere Bergkrystallplatten erfodern für diesen Zweck die entgegengesetzte Wendung. Sie sind demgemäß rechts oder links drehend — Unterschiede, die Biot und die meisten seiner Nachfolger durch ←⩦ und ⩦→ zu bezeichnen pflegen, Herschel dagegen mit den entgegengesetzt gerichteten Pfeilen ausdrückt.

Betrachtet man das Bild des Zerlegungsspiegels durch ein einfarbiges z. B. ein rothes Glas, so tritt wieder eine Stelle ein, in der das Gesichtsfeld möglichst hell und eine andere, in der es völlig dunkel ist. Diese beiden Maxima stehen zwar wieder von einander um 90° ab. Allein sie liegen nicht bei 0° und 180° und 90° und 270°, wie bei der einfachen Reflexionspolarisation, sondern sind um eine bestimmte Zahl von Graden, die man mit dem Namen des Drehungsbogens bezeichnet, weiter gerückt. Dieser wechselt mit Verschiedenheit der Farben des Betrachtungsglases. Ist die eingelegte Quarzplatte ein Millimeter dick, so beträgt er nach Biot's Berechnungen [5]) für Roth 17°,496, für die Grenze von Roth und Orange 20°,480, für die von Orange und Gelb 22°,314, für die von Gelb und Grün 25°,675, für die von Grün und Hellblau 30°,046, für die von Hellblau und Dunkelblau 34°,572, für die von Dunkelblau und Violett 37°,683 und für

---

[1]) Pouillet-Müller, Lehrbuch der Physik und Meteorologie. Bd. II. Braunschweig, 1843 8. S. 271.

[2]) Ebendaselbst Bd. II. S. 272, Fig. 843.

[3]) Eine übersichtliche Darstellung der Grundgesetze derselben giebt Biot in den Annales de Chimie et Physique. 3me Série. Tome X. 1844. p. 5. 175. 385 u. Tom XI. p. 54.

[4]) Brandes, in Gehler's physikalischem Wörterbuche. Bd. VII. Abth. II. Leipzig, 1834. 8. S. 836.

[5]) Biot, in den Mémoires de l'Institut. Année 1817. Tome II. Paris, 1819. 4. p. 58.

das äußerste Violett 44°,083. Hat die Querplatte eine größere Dicke, so wächst der Werth des Drehungsbogens in gleichem Verhältnisse. Beträgt der Drehungsbogen der mittleren rothen Strahlen 19° bei 1 Millimeter, so gleicht er 38° für 2 Millim

Manche Flüssigkeiten und selbst der Dampf des Terpentinöls erzeugen eine ähnliche Circularpolarisation [1]). Da aber ihr Einfluß um vieles geringer ist, so muß man hier den polarisirten Strahl durch weit längere oder höhere Säulen durchgehen lassen. Man bringt sie deshalb in verzinnte Kupferröhren Fig. 85., die oben und unten oder auch nur unten mit Glasplatten geschlossen sind und auf das mittlere Tischchen (Fig. 83.) gestellt werden. Eine an den Seitenwänden geschwärzte Glasröhre kann im Nothfalle diese Vorrichtung ersetzen. Eine 143,5 Millim. hohe Terpentinölsäule wirkt z. B. eben so, wie eine 2,094 Millim. dicke Quarzplatte [2]), Diese polarisirt also 68,53 Mal so stark, als das Terpentinöl.

Fig 85.



Die Wirkung wechselt mit der Verschiedenheit der Lösungen. Weingeist, Schwefeläther, Schwefelsäure, krystallisirte Citronensäure, Olivenöl, Senföl, Bittermandelöl und Champagner lenken das polarisirte Licht gar nicht ab. Rother Bordeaux wendet es spurweise von links nach rechts. Citronen-, Bergamott-, Pommeranzen-, Lavendel-, Kümmel-, Rosmarin-, Majoran-, Sassafras- und Sabinaöl, eine weingeistige Lösung des natürlichen Kamphors und eine wässrige von krystallisirter Weinsteinsäure drehen stark nach rechts (⟶), Terpentinöl, Naphtha, Anis- und Münzöl, eine Weingeistlösung mancher künstlicher Kamphorarten, Senegal- und arabisches Gummi, Muscat- und Kirschwasser dagegen nach links (⟵) [3]). Strychnin, Brucin und Chinin zeigen nach Bouchardat [4]) ⟵, Cinchonin dagegen ⟶. Narcotin hat meist ⟶, Alkohol und Schwefeläther dagegen ⟵.

Was das Dextrin und den Zucker betrifft, so wird in den meisten physikalischen und chemischen Werken angegeben, daß beide das polarisirte Licht nach rechts, die Stärke dagegen nach links führen oder daß der Dextrin rechts, das Zucker dagegen links drehe. Die Originalarbeiten von Biot [5]) und Persoz [6]) stellen in dieser Hinsicht die genaueren Verhältnisse in anderer Weise fest.

Stärkmehlarten, wie das Inulin und die eben erwähnten natürlichen Gummisorten drehen nach links. Werden sie aber durch höhere Temperatur, durch Säuren oder auf eine andere Weise in Dextrin verwandelt, so geht die Rotation nach rechts. Der reine Rohrzucker, die zuckerigen Säfte der Runkelrübe, der Pastinakwurzel, der Steckrübe, der Mohrrübe, der Eibischwurzel u. dgl. drehen ebenfalls nach rechts, wie das Dextrin, der Traubenzucker dagegen zeigt ein eigenthümliches schwankendes Verhalten. Ist er noch nicht fest geworden, so lenkt er nach links ab. Hat man ihn dagegen als dichten trockenen Rückstand dargestellt und von Neuem in Wasser oder Weingeist aufgelöst, so polarisirt er nach rechts. Der Kandiszucker, der Rohrzuckersyrup, der krystallisirte Milchzucker, der weißkörnige Stärkezucker und der krystallisirbare Honigzucker haben demgemäß ⟶, der Traubenzuckersyrup und der unkrystallisirbare Honigzucker ⟵.

Bediente sich Biot [7]) eines rothen Betrachtungsglases, so drehte eine starke Rohrzuckerlösung von 15,15 Centimeter Höhe um 84° nach rechts [8]). Da aber eine 1 Millimeter dicke Quarzplatte eine Ablenkung von 18°,414 unter den gleichen Verhältnissen bedingen würde, so müßte sie 4.57 Millimeter Dicke haben, wenn sie 84° Wendung herbeiführen sollte. Der Zuckersyrup wirkte hiernach 3,3 Mal so schwach, als der Bergkrystall.

Biot [9]) versuchte auch die Drehungsbogen, die verschiedenartig dichte wässrige Candis-

---

[1]) Biot ebendaselbst p. 91 — 114 u. Annales de Chimie et Physique. Tome X. Paris, 1819. 8. pag. 63 — 87. [2]) Biot, Mémoires de l'Institut a. a. O. pag. 96.
[3]) Biot, in den Mémoires de l'Institut. Tome XIII. Paris, 1835. 4. p. 160 — 170.
[4]) Bouchardat, in den Annales de Chimie et Physique. 3me Série. Tome IX. Paris, 1843. 8. p. 216 — 220.
[5]) Biot, in den Mémoires de l'Institut. Tome XIII. Paris, 1835. 4. p. 160 — 170.
[6]) Biot a. a. O. p. 141 fgg. und Annales de Chimie et Physique. Tome LII. Paris, 1833. 8. p. 58 — 72. Biot und Persoz ebendaselbst p. 72 — 90 u. Mémoires de l'Institut. Tome XIII. p. 437 — 496.
[7]) Biot, Mémoires de l'Institut. Tome II. Paris, 1819. 4. pag. 104. 105.
[8]) Ebendaselbst p. 105. [9]) Biot, Annales de Chimie. Tome LII. p. 61.

zuckerlösungen darbieten müssen, zu berechnen. Sie beziehen sich auf eine 16 Centimeter lange Flüssigkeitssäule und die Untersuchungen, die mittelst eines durch Kupferoxydul roth gefärbten Glases angestellt werden.

Procentiger Gehalt der wässrigen Losung an Candiszucker.	Eigenschwere der Lösung.	Drehungsbogen.	Procentiger Gehalt der wässrigen Lösung an Candiszucker.	Eigenschwere der Lösung.	Drehungsbogen.
1%	1,004	0°53′	10%	1,040	9°12′
2%	1,008	1°47′	11%	1,045	10°10′
3%	1,012	2°41′	12%	1,049	11°8′
4%	1,016	3°36′	13%	1,053	12°6′
5%	1,020	4°31′	14%	1,057	13°5′
6%	1,024	5°26′	15%	1,062	14°5′
7%	1,028	6°22′	25%	1,105	24°25′
8%	1,032	7°18′	50%	1,231	54°27′
9%	1,036	8°15′	65%	1,311	75°24′

Das Dextrin zeichnet sich nicht bloß durch seine Rechtsdrehung, sondern auch durch die bedeutende Stärke seines Ablenkungsvermögens aus. Keine Flüssigkeit hat einen verhältnißmäßig so ausgedehnten Rotationsbogen; er ist beinahe drei Mal so groß, als der des Rohrzuckers. Nur der Quarz wirkt kräftiger, als das Dextrin.

Die Circularpolarisation ändert sich selbst nicht, wenn man die Flüssigkeit während des Durchganges des Lichtstrahls umrührt [1]). Ist sie mit einer anderen, die sich indifferent verhält, gemischt, so muß die Höhe der Durchgangssäule um so viel, als sich die Dichtigkeit des einflußreichen Fluidum vermindert, zunehmen. Hat man zwei entgegengesetzt polarisirende Körper in einer Mischung, so compensiren sie sich gegenseitig ihren Mengenverhältnissen nach. Es ist hierdurch die Möglichkeit gegeben, die verhältnißmäßigen Massen mancher Auflösungsstoffe in Flüssigkeiten von bekannter Dichtigkeit nach ungefährem Maaße zu schätzen.

Man hat noch eigene Apparate, um die Polarisationsverhältnisse der Lösungen des Zuckers und anderer Körper zu ermitteln. Manche dieser Vorrichtungen ziehen das sogenannte Nicol'sche Prisma zu Hilfe. Es besteht dieses aus zwei in bestimmten, hier nicht näher darstellbaren Verhältnissen [2]) geschnittenen Stücken *aa* und *bb*, Fig. 86., eines Kalkspathrhomboeders, die mit einander durch Canadabalsam *cde* verbunden sind. Das Ganze *a*, Fig. 87., ist in eine passende Korkfassung *b* eingefügt. Der Canadabalsam wirft die Doppelbilder, die der Kalkspath erzeugt, weiter auseinander und die Farbenerscheinungen des polarisirten Lichtes stellen sich in ihm reiner dar.

Fig. 86.

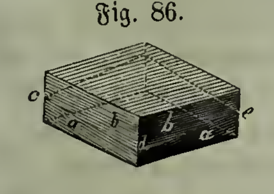
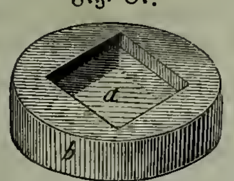


Fig. 87.



Der Apparat von Velzke und die ihm nachgebildeten Vorrichtungen [3]) bestehen aus einer, die Flüssigkeit aufnehmenden Röhre, die zu jeder Seite ein Nicol'sches Prisma und einen an einem Kreisbogen spielenden Zeiger hat.

Baumgartner's Zuckermesser oder Glykoskop [4]) gebraucht Turmalinplatten zu gleichem Zwecke. Das die Flüssigkeit aufnehmende Rohr ist unten mittelst eines durch Ku-

[1]) Biot, Annales de Chimie. 3me Série. Tome X. Paris, 1844. 8. p. 10.

[2]) Siehe das Nähere in Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. XXIX. Leipzig, 1833. 8. S. 182. 183.

[3]) Siehe z. B. J. Budge, allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft. Bonn, 1843. 8. S. 508.

[4]) A. Kunzek, Die Lehre vom Lichte. Lemb., Stanislawow u. Tarnow. 1836. 8. S. 431. 432.

pferoxydul roth gefärbten Glases geschlossen. Eine unter ihm befindliche Turmalinplatte polarisirt das Licht, das von einem Reflexionsspiegel, wie ihn die zusammengesetzten Mikroskope haben, zurückgeworfen wird. Das obere Ende der Röhre besitzt eine kreisrunde getheilte Scheibe, an der ein mit einer Turmalinplatte und einem Zeiger versehener Deckel angefügt wird. Der Nullpunkt liegt an der Stelle, wo sich die Axen der beiden Turmaline rechtwinkelig durchkreuzen. Es dringt dann kein Licht nach oben ein. Hat aber die Flüssigkeit eine bestimmte Polarisationskraft, so rückt diese Stelle um die Größe des Drehungsbogen nach rechts oder links weiter.

Da die Stärke, nicht aber der Zucker durch Jod gebläut wird, so kann man bisweilen dieses negative Merkmahl zu mikroskopischen Untersuchungen benutzen. Enthält jedoch noch die Flüssigkeit, wie gewöhnlich, Stärke, so wird es unbrauchbar. Die Wirkungen des Jods auf die Uebergangskörper der Stärke werden uns bei dem Bauchspeichel beschäftigen.

591 Setzt auch der schwach alkalische Speichel die Stärke am leichtesten um, so hebt doch nicht ein geringer Säuregehalt der Flüssigkeit die Wirkung der Mischung auf. Milchsäure begleitet häufig die Nebenkörper, die auf diese Weise entstehen. Sauerstoffgas und Kohlensäure schwächen sie nach Wright [1]) in geringerem Grade, Wasserstoff und Stickstoff dagegen in hohem Maaße.

592 Es ist kaum wahrscheinlich, daß der Speichel das genossene Stärkemehl in Dextrin oder Zucker während der kurzen Zeit des Kauens verwandeln kann. Man bemerkt zwar ausnahmsweise in künstlichen Versuchen, daß der Uebergang nur wenige Minuten unter günstigen Verhältnissen fodert. Eine halbe bis eine ganze Stunde und oft mehr Zeit muß jedoch in den meisten Fällen, ehe sich Spuren von Dextrin erkennen lassen, verstreichen. Da aber nicht nothwendiger Weise die schwache Säure des Magensaftes und der geringere Wassergehalt des Speisebreies die Wirkung aufhebt, so kann man sich vorstellen, daß noch später der Speichel seine Umsatzkräfte geltend macht. Der Erfolg greift keinesfalls bei reichlicher Pflanzennahrung vollkommen durch. Der Inhalt des Pansens der Wiederkäuer, denen immer große Speichelmengen längs der Speiseröhre herablaufen, besitzt oft keine Spur eines süßen Geschmackes und zeigt unter dem Mikroskope ganze oder zerbröckelte Stärkmehlkörner, die sich durch Jod bläuen. J. Vogel [2]) machte ähnliche Erfahrungen an verschiedenartigen Massen, die Menschen durch Erbrechen entleert hatten.

593 Der Pflanzenkleber zertheilt sich leicht in menschlichem Speichel, löst sich aber nicht in ihm auf. Befindet sich das Gemenge in einer Wärme von 26° bis 30° C., so entwickelt es nach mehreren Stunden einen säuerlichen Brodgeruch, wird in der Folge merklich sauer und entbindet Kohlensäure. Wirkt Speichel einen Tag lang auf Brod ein, so erhält man Dextrin und Zucker.

594 Die thierischen Proteinkörper widerstehen ihm mit größerer Kraft. Bleibt uns Fleisch zwischen den Zähnen stecken, so entfärbt es sich nach einiger Zeit und wird weicher; seine Fasern erhalten sich aber und bewahren sogar noch einen ziemlichen Grad von Festigkeit und Zähigkeit.

---

[1]) Wright, a. a. O. S 48.

[2]) R. Wagner's Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. Seite 252.

Läßt man Fleischmassen in einer Wärme von 30° bis 40° mit Speichel stehen, so werden sie zwar mürber. Eine völlige chemische Auflösung kommt jedoch nicht zu Stande.

595 Kann man sich hiernach vorstellen, daß die Mundflüssigkeiten auf stärkmehlartige Körper kräftiger, als auf Proteinmassen wirken, so wäre es doch möglich, daß diese durch sie untergeordnete Veränderungen, welche die Chemie noch nicht bestimmt nachweisen kann, erleiden. Physiologische Beobachtungen machen eine solche Annahme wahrscheinlich.

596 Die tägliche Erfahrung lehrt schon, daß das vollständige Durchkauen der Speisen die Verdauung befördert. Verschluckte Spallanzani [1]) ein durchlöchertes und mit Leinwand umgebenes Röhrchen, das 2,4 Grm. gekautes, und ein zweites, das eben so viel ungekautes Taubenfleisch enthielt, so gingen nur 0,2 Grm. von jenem und 0,9 Grm. von diesem ab. Capaunen- und Kalbfleisch führten zu ähnlichen Ergebnissen, wenn die Röhrchen gleichzeitig entleert wurden. Helm fand ebenfalls, daß gekaute Speisen, die in den Magen einer mit einer Magenfistel behafteten Frau eingeschoben wurden, leichter, als ungekaute verarbeitet wurden. Sollten nicht hierbei die mechanische Verkleinerung und die Durchfeuchtung allein wirken, so könnte man sich vorstellen, daß der Speichel die thierischen Proteinkörper zu den Zersetzungen, die sie später erleiden, geneigter macht. Er übernimmt vielleicht die Rolle eines schwachen Fermentes, dessen Einflüsse sich am deutlichsten in der Stärke, schwächer in dem Kleber und am schwächsten in den geronnenen Formen des Eiweißes und Faserstoffes kundgeben.

597 Der Gedanke, daß der Speichel wie ein Gährungsstoff wirke, gehört schon der iatrochemischen Schule des siebzehnten Jahrhunderts an. Die Zuckerbildung, die er veranlaßt und die in neuerer Zeit genauer erkannt wurde, mußte wiederum dieselbe Idee in die Wissenschaft einführen. Mialhe [2]) suchte diese Ansicht am weitesten zu verfolgen.

598 Die Knollen ausgewachsener Kartoffeln und die Schößlinge des Weizens, der Gerste und des Hafers enthalten eine Mischung, die Diastase, von der schon sehr kleine Mengen Stärke in Zucker überführen. Ein Theil derselben verwandelt nach Payen und Persoz 2000 Theile Stärke in Dextrin und 1000 Theile in Zucker. Vermischt man 100 Theile in Kleister umgeänderter Stärke mit 1000 Theilen Wassers und 6,13 Diastase, die in 40 Theilen Wassers aufgelöst ist, so erhält man nach Guèrin-Varry 86,91 Theile Zuckers.

599 Die Diastase, die durch die Behandlung des Wasserauszuges des Gerstenmalzes mit absolutem Weingeist erhalten wird, bildet keinen reinen Körper, der unveränderliche elementaranalytische Werthe darbietet. Man weiß noch nicht, ob der wirksame Stoff mit anderen Verbindungen gemengt oder ob das Ganze eine in Zersetzung begriffene Masse ist, welche die Zuckergährung auf dem Wege des Contactes einleitet (§. 390.).

---

[1]) Spallanzani, Versuche über das Verdauungsgeschäft in verschiedenen Thierarten, nebst Bemerkungen von Sennebier. Uebersetzt von Michaelis. Leipzig, 1785. 8. Seite 228.

[2]) Comptes rendus de l'Académie des sciences. T. XX. Paris, 1845. 4. p. 954—959.

600 Filtrirt man die Mundflüssigkeiten des Menschen und versetzt die durchgegangene klare Mischung mit der sechsfachen Menge wasserfreien Weingeistes, so sinkt nach einiger Zeit eine blendendweiße Masse zu Boden, die nach Mialhe eine Art thierischer Diastase bildet und die Zuckergährung durch Contactwirkung einleitet. Streicht man sie auf Glasplatten und trocknet sie mittelst eines Luftstromes von 40° bis 50° C., so erhält man nach Mialhe kaum mehr, als 0,2%, d. h. eben so viel, als nach Payen die Keimgerste der Bierbrauer Pflanzendiastase liefert. Mein Speichel gab mir 0,775% festen Rückstandes (§. 581.) und in ihm 0,27% des Weingeistniederschlages. Dieser betrug mithin etwas mehr, als 1/3 der dichten Stoffe überhaupt.

601 Werden kleine Mengen dieser thierischen Diastase in Wasser gelöst, so verwandeln sie schon rohe Stärke bei 70° bis 80° in Zucker. Unterliegt es aber hiernach keinem Zweifel, daß sie die Zuckergährung anregen, so frägt es sich, ob diese Eigenschaft ihnen allein oder noch anderen Bestandtheilen des Speichels zukommt. Dieselbe Unbestimmtheit, die an den Erscheinungen der Pflanzendiastase haftet, kehrt auch hier wieder. Beide Arten von Gährungsstoffen wirken übrigens in schwach angesäuerten Flüssigkeiten ungestört fort.

602 Der Mundschleim, der dem Speichel beigemengt wird, verleiht der ganzen Mischung die Eigenschaft, Luftblasen aufzunehmen und mit großer Zähigkeit zurückzuhalten. Die Masse, die wir ausspeien, erscheint daher häufig schaumig. Haben wir einen unter dem Mikroskop zu betrachtenden Gegenstand mit Speichel befeuchtet, so stören uns oft die Luftblasen, die mit vieler Hartnäckigkeit in dem Ganzen vertheilt bleiben. Seifenwasser und andere zähe Flüssigkeiten bieten ähnliche Verhältnisse dar.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß hierdurch geringe Mengen von Atmosphäre in den Magen geführt werden. Diese Eigenschaft kann aber weder den Hauptzweck des Speichels bilden, noch auch den Gasgehalt des Magens ausschließlich bedingen. Wird hier atmosphärische Luft nöthig, so treiben wahrscheinlich Schlingbewegungen größere Mengen hinab (§. 534.). Gelangen einzelne Luftbläschen der Schaummischung in das Innere der Bissen, so können sie die Gährungserscheinungen, die einen Zutritt von Sauerstoff fodern, in diesen versteckteren Theilen begünstigen.

Die chemische Untersuchung des Speichels ist noch nicht im Stande, die Ursache der giftigen Wirkungen, die ihm in einzelnen Thieren, wie den Giftschlangen eigen sind, nachzuweisen. Wir müssen übrigens hier zwischen den gewöhnlichen Mundflüssigkeiten und der giftigen Mischung selbst unterscheiden. Jene sind wahrscheinlich unschuldig, wie in anderen Geschöpfen. Das Gift selbst dagegen entsteht in einer besonderen Drüse, die vielleicht der Ohrspeicheldrüse entspricht und sich im Naja rhombeata Schlegel bis auf 1/6 der Länge des Thieres vergrößert [1]). Ein sichelförmiger, ausgehöhlter oder gefurchter Giftzahn, der sich bei dem Beißen aufrichtet, führt die schädliche Masse aus einer Art knöchernen Ausführungsganges ab. Er dient als Waffe, die nicht bloß verwundet, sondern auch das Gift auf der Stelle einträufeln läßt. Die übrigen Mundflüssigkeiten da-

[1]) J. J. Bächtold praes. W. v. Rapp, Untersuchungen über die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tübingen, 1843. 4. S. 9. Taf. II. Fig. 7.

gegen, die bei jeder Art von Genuß und selbst bei dem Verzehren todter Thiere thätig sind, wirken wahrscheinlich hier, wie in den übrigen Wesen.

Die nicht genaue Auffassung dieser Verhältnisse hat zu einer noch nicht begründeten ärztlichen Vorstellung geführt. Fand man, daß ein von einem tollen Hunde verletzter Mensch Andere durch seinen Biß ansteckte und ihnen die Hundswuth mittheilte, glaubte man zu bemerken, daß Wunden, die ein Rasender mit seinen Zähnen beibringt, schwerer heilten oder selbst allgemeine nachtheilige Einflüsse herbeiführten, so nahm man an, daß vor Allem der Speichel der höheren Geschöpfe, wie der der Giftschlangen, zu diesen schädlichen Einflüssen geeignet sei. Es frägt sich jedoch noch, ob nicht die Einimpfung anderer Flüssigkeiten, wie des Blutes oder der Lymphe ähnliche Erscheinungen nach sich ziehen könne. Es müßte zunächst nachgewiesen sein, daß nur der Speichel und nicht das Blut, wie es in den Giftschlangen der Fall ist, störend eingreift. Wirken die Mundflüssigkeiten schädlich, so dürfen wir nicht vergessen, daß die Zähne durch ihre Verletzung die allgemeine Aufnahme der nachtheiligen Verbindung in hohem Grade begünstigen.

Da sich die Mundflüssigkeiten in den Zeiten der Ruhe an verschiedenen Stellen der Mundhöhle in dünneren oder dickeren Schichten ansammeln und durch die Luftströme, die über sie hinstreichen, austrocknen, so setzen sie leicht feste Stoffe ab, die sich besonders an den Zähnen anhäufen, an den übrigen Stellen dagegen leichter abgespült werden können. Der üble Geruch, den der Athem des Morgens vor der Reinigung des Mundes verbreitet, rührt wahrscheinlich hiervon her. Die Zähne bedürfen aus diesem Grunde der nachdrücklichsten Sorgfalt. Ihre Kronenflächen verlieren noch die fremdartigen Absätze am leichtesten; die inneren Flächen können durch die Zunge und die äußeren, jedoch unvollständiger, durch die Bewegungen der Wangen und der Lippen rein gemacht werden. Die Zwischenräume der Zähne dagegen hindern jede Verbesserung der Art in hohem Grade. Sie und die Außenseiten überziehen sich daher auch zuerst mit solchen fremden Niederschlägen. Die Zähne schwärzen sich hier bei Tabakrauchern und werden mißfarben, dunkel oder grünlich in unreinlichen Personen. Unorganische Körnchen, verschiedenartige organische Massen und selbst Schimmelbildungen finden dann ihren günstigsten Mutterboden.

Der Weinstein der Zähne bildet ein Gemisch von feuerfesten und organischen Bestandtheilen des Rückstandes der Mundflüssigkeiten. Berzelius fand in 100 Theilen wasserfreier Masse 79% phosphorsauerer Erdsalze, 12,5% Speichelschleim, 1% Speichelstoff und 7,5% einer thierischen Substanz, die sich in Salzsäure löste. Vauquelin und Laugier erhielten in einem anderen Falle 66% phosphorsaueren, 6% kohlensaueren Kalkes, 13% Speichelschleim und 5% eines in Salzsäure löslichen Stoffes. Die unorganischen Erdverbindungen herrschen daher hier bedeutend vor.

Dasselbe wiederholt sich in den Speichelsteinen, die sich krankhafter Weise in den Speichelgängen und zwar meist in denen des Bodens der Mundhöhle absetzen. Denn die Analysen von Wurzer, Caventou, Henry, Lecanu und Bibra ergaben 2,7 bis 38% phosphorsaueren und 13 bis 91,6 kohlensaueren Kalkes für Concremente des Menschen und des Pferdes. Die Mittheilung von Poggiale, daß selbst 94% phosphorsauerer Kalkerde vorhanden sein könne, muß noch vorläufig dahin gestellt bleiben. Die Alkalien des Speichels sind möglicher Weise im Stande, den Absatz der Erdsalze zu begünstigen.

603 Schleim der Speiseröhre. — Er dient nur in dem Menschen, die Bissen mit möglichst geringer Reibung hinabgleiten zu lassen. Die kurze Zeit, welche dieser sich in dem Oesophagus aufhält, machen jede bedeutende Veränderung unmöglich. Das starke Epithelium kann auch nicht die Aufsaugung begünstigen. Bleiben krankhafter Weise Stoffe in der gesunden Speiseröhre oder in einem Nebenbeutel derselben liegen, so erhalten sie sich ziemlich lange, ehe sie erweichen oder vollkommen verschwinden.

604 Magenverdauung. — Der Magen bildet den ersten Hauptheerd, in dem die Speisen durchgreifende Veränderungen erleiden. Werden sie hier nicht vollkommen bewältigt, so verwandelt sich das Ganze in eine schleimigte, mit dichten Rückständen vermischte Masse, den Chymus oder

den Speisebrei. Die Chymification bezeichnet entweder den Vorgang im Ganzen oder den Uebergang der löslichen Massen in den Magensaft.

605 Der Speisebrei wechselt natürlich in hohem Grade nach Verschiedenheit der Nahrung. Nur wenige beständige Merkmahle kehren in ihm nach dem Genusse pflanzlicher, wie thierischer Speisen wieder. Er ist in der Regel sauer, hat einen widerlich säuerlichen Geruch, den uns die erbrochenen Substanzen am besten vergegenwärtigen, und enthält viel zähen glasartigen Schleim, der mehr festen Rückstand, als der reine Magensaft liefert. Wurden Pflanzenstoffe verzehrt, so treten in ihm in der Regel Zucker und Milchsäure und nicht selten andere Umsatzproducte der Stärke als chemische, Cellulosa und Lignin dagegen als mechanische Bestandtheile auf. Proteinkörper erscheinen theils verflüssigt, theils aber noch unbewältigt. Die Fette sind entweder gar nicht angegriffen oder als Oelmassen zerstreut. Ist nicht der phosphorsauere Kalk in zu großer Menge in der Nahrung enthalten, so unterliegt er schon hier der Auflösnng.

606 Die Magendrüschen liefern den Magensaft, der alle Verflüssigungserscheinungen des Magens vermittelt. Sie stehen meist pallisadenartig, wie es Fig. 88. zeigt, neben einander, nehmen einen größeren Umfang, als die Zwischenmasse der Schleimhaut ein und reichen nicht einmal in das Zellgewebe, das die Innenhaut mit der Muskelhaut des Magens verbindet. Die Zusammenziehung dieses Organs kann daher nur Magensaft auf mittelbarem Wege hervorpressen.

Fig. 88.

607 Bilden auch diese Drüschen den größten Theil der Absonderungswerkzeuge des menschlichen Magens, so sind sie doch nicht die einzigen Organe der Art, die in ihm vorkommen. Zusammengesetztere Schleimdrüschen finden sich auch an der Cardia und der kleinen Curvatur. Die Gegend der Pförtnerklappe besitzt ebenfalls eigenthümliche Drüsen. Gabelförmig getheilte oder gewundene und verwickelte Absonderungswerkzeuge werden endlich bisweilen an einzelnen Stellen der Schleimhaut wahrgenommen. Unterliegt es kaum einem Zweifel, daß diese verschiedenen Gebilde ungleiche Säfte absondern, so bleibt es doch unmöglich, ihre Producte zu sondern. Wir können daher nur den Magensaft im Ganzen, wie er sich an der Oberfläche der Schleimhaut darstellt, in Betracht ziehen.

Die Innenfläche des Magens enthält noch häufig an vielen Orten runde weißliche Bläschen, deren Grundmembran eine Menge körniger Epithelialgebilde einschließt. Die gleiche Erscheinung kehrt nicht bloß in den übrigen Theilen der Schleimhäute des Nahrungscanales, sondern auch in denen anderer Organe wieder. Man weiß bis jetzt noch nicht, welchen Zwecken sie dienen. Die Vorstellungen, die sie veranlaßt haben, werden uns in der Absonderungslehre beschäftigen.

608 Die zähe schleimigte Masse, welche die Innenfläche des Magens außerhalb der Verdauungszeit bekleidet, ist wahrscheinlich dichter, als der Magensaft, den der Reiz der Speisen in reichlicherem Maaße hervorlockt. Verstärkt sich die Thätigkeit der Absonderungswerkzeuge nach dem Essen, so erhöht sich die Röthe der Schleimhaut; ein heller, farbloser oder gelb-

licher Magensaft tritt tropfenweise hervor und vermischt sich mit dem vorhandenen Schleime. Sillimann giebt 1,005 (?) als Eigenschwere der Flüssigkeit, die der von Beaumont untersuchte, mit einer Magenfistel behaftete Canadier lieferte, an. (§. 526.) Eine Probe, welche Berzelius [1]) zugesandt erhielt und die schon fünf Monate in heißer Sommerzeit auf dem Wege gewesen war, führte 98,73% Wasser. Der feste Rückstand enthielt vorzugsweise Kochsalz, eine Eisenoxydulverbindung und eine hygroskopische organische Masse. Tiedemann und Gmelin [2]) fanden 98,05% Wasser in dem Magensafte eines Hundes, dem sie Kalksteinchen beigebracht, und Blondlot [3]) 99% in dem der gleichen Thierart, wenn er eine Magenfistel angelegt hatte.

609 Die verschiedenen Forscher, die sich mit der Untersuchung der feuerbeständigen Elemente des Magensaftes beschäftigt haben, führen die mannigfachsten Salzverbindungen als Bestandtheile desselben an. Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium und selbst in gewissen Fällen, wie nach dem Genusse kalkreicher Nahrung, Chlorcalcium, phosphorsauere Alkalien, sauerer oder basisch-phosphorsauerer Kalk, phosphorsauere Talkerde, schwefelsauere Salze und Eisenoxydul bilden die Reihe der vorzüglichsten Körper, die in den Analysen des Magensaftes genannt werden. Prüft man die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden der Aschen, so können kaum die Widersprüche, die sich in dieser Hinsicht zeigen, befremden. Man kennt überdieß bis jetzt nicht den Nutzen irgend einer Salzverbindung vollständig. Nur so viel ist gewiß, daß das Kochsalz die Lösung mancher dichter Proteinkörper unterstützt und daß die Magenverdauung nicht auf der ausschließlichen Wirkung des basisch-phosphorsaueren Natrons beruht, weil sie eine sauere Beschaffenheit des Ganzen fodert.

610 Der Schleim, der sich in dem leeren Magen findet, ist in der Regel neutral und seltener schwach sauer. Entfernt man ihn, so bieten oft die tiefsten Schichten, die unmittelbar an den Mündungen der Magendrüsen liegen, eine stärker sauere Reaction dar. Der flüssigere Magensaft, den der Speisereiz austreten läßt, ist immer sauer. Die Magenverdauung der festen Proteinkörper scheint diese Beschaffenheit in jedem Falle zu fodern.

611 Die meisten Chemiker nahmen an, daß sie von einer freien Säure des Magensaftes herrühre. Nur wenige leiteten sie vielleicht natürlicher von einem saueren Salze ab. Obgleich dieser Gegenstand den mannigfachsten Prüfungen unterworfen worden ist, so liegt doch seine Erledigung ferner als je. Salzsäure, Phosphorsäure, Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure, eine eigenthümliche organische Säure oder sauere phosphorsauere

---

[1]) J. J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Vierte Auflage. Dresden und Leipzig, 1840. 8. S. 209. 210.

[2]) F. Tiedemann u. L. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. Zweite Ausgabe. Heidelberg und Leipzig, 1831. 4. S. 98.

[3]) Blondlot, Traité élémentaire de la digestion considérée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertébrés. Nancy, 1843. 8. Gazette médicale de Paris, 1844. 4. Nro. 5. pag. 15.

Kalkerde sollten die Mittel sein, denen der Magensaft seine Haupteigenschaft verdankt.

612 Die Ansicht, daß hier freie Salzsäure vorkomme, hat die Auctoritäten von Männern, wie Prout, Berzelius, Tiedemann, Gmelin und Liebig, für sich. Destillirt man Magensaft in höherer Wärme ab, so geht eine sauere Flüssigkeit, die einen Hornsilberniederschlag mit salpetersauerem Silberoxyd liefert, über. Diese Thatsache, auf die man vorzugsweise die Annahme der Salzsäure gründete, verliert jedoch ihre bindende Kraft, weil das Destillat, das man durch mäßigere Wärmegrade erhält, kein Hornsilber nach Müller[1]) und Thomson[2]) fallen läßt. Die Entscheidung bleibt deshalb unmöglich, weil jede Parthei ihre Gegengründe zu erheben im Stande ist. Die Vertheidiger der Salzsäure können sich darauf berufen, daß bisweilen Proteinkörper Chlorwasserstoffsäure, die neben ihnen vorhanden ist, auf das Hartnäckigste zurückhalten. Die Gegner aber leiten die Salzsäure, die höhere Wärmegrade liefern, von den Chlorverbindungen, und zwar vorzüglich von dem leichtflüchtigen Salmiak[3]) her.

Die Versuche von Prout scheinen besonders allgemeiner die Annahme, daß freie Salzsäure im Magensaft vorhanden sei, verbreitet zu haben. Dieser Chemiker zog den Mageninhalt eines gefütterten Thieres mit Wasser aus und sonderte das Filtrat in mehrere Theile der vergleichenden Untersuchung wegen. Die Asche der einen Parthie wurde in Wasser gelöst und mit salpetersauerem Silberoxyd gefällt. Man erhielt so die Gesammtmenge oder wenigstens die größte Masse des mit Alkalien verbundenen Chlors. Prout sättigte dann genau einen zweiten Theil mit Kali und behandelte ihn wie die vorige Mischung. Das Hornsilber gab jetzt noch die freie Salzsäure an. Wurde endlich die dritte Portion mit Kali im Ueberschuß versetzt, so hatte man noch in ihr das Chlor des nebenbei vorhandenen Salmiaks. Die Untersuchungen von Prout führten auf diese Weise zu dem Ergebnisse, daß 24% der gesammten vorhandenen Salzsäure mit Kali und Natron, 20% mit Ammoniak vereinigt und 56% frei vorhanden waren. Die ungebundene Salzsäure verhielt sich dagegen zur gebundenen = 1 : 2,4 in einer von einem Menschen ausgebrochenen Masse.

Aehnliche Beobachtungen von Thomson führten jedoch nicht zu den gleichen Resultaten. Destillirte dieser Forscher einen Theil des mit Wasser verdünnten Magensaftes eines mit Pflanzenspeisen genährten Ferkels ab, versetzte eine Parthie des Rückstandes unmittelbar und eine zweite nach der Kalisättigung, der Verdampfung, dem Glühen und der Wiederauflösung mit salpetersauerem Silber und kochte den Niederschlag mit Salpetersäure, so erhielt er im ersteren Falle 7,81 und im letzteren 7,97 Chlorsilber. Thomson schließt hieraus, daß wenigstens hier keine freie Salzsäure vorhanden war. Die Abweichungen von Prout lassen sich nach ihm aus organischen Mischungen und der Nichtanwendung der Salpetersäure erklären.

613 Kann man schon mit Recht der Annahme freier Salzsäure im Magensaft die Vermuthung entgegenstellen, daß schwerlich die Natur, die sonst mit den mildesten Mitteln in dem Organismus arbeitet, eine unge-

---

[1]) M. physiologischer Bericht in Canstatt und Eisenmann's Jahresbericht. 1846. Bd. I. S. 142.

[2]) R. Thomson in London medical Gazette. Oct. 1845. 8. p. 1070 und J. F. Heller, Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie. Wien, 1845. 8. S. 283.

[3]) Vergl. auch H. Hoffmann, Grundlinien der physiologischen und pathologischen Chemie. Heidelberg, 1845. 8. S. 322.

bundene Mineralsäure zu Hilfe zieht, so wiederholt sich das Gleiche für die Phosphorsäure. Der Ausspruch von Blondlot, daß sauere phosphorsauere Kalkerde das Wirksame sei, ist eben so unwahrscheinlich. Kohlensauere Kalkerde sättigt die Säure des Magensaftes [1]).

614 Organische Verbindungen von sauerer Beschaffenheit haben für jetzt die größte Wahrscheinlichkeit für sich. Enthielte der Magensaft freie Essigsäure, so müßte sie leicht in das Destillat übergehen. Der Rückstand bleibt aber immer stark sauer, läßt sich noch durch kohlensaueren Kalk sättigen, wird nicht mit Bleioxyd stark alkalisch und giebt nicht die eigenthümliche rothe Färbung mit Eisenchlorid. Die Buttersäure, die hin und wieder gefunden worden, scheint weder beständig vorzukommen, noch überhaupt dem Magensafte ursprünglich anzugehören.

615 Die fixe Milchsäure hätte hiernach die meisten Gründe für sich, wenn nicht ihre Anwesenheit in den frischen Körperorganen von manchen Chemikern ersten Ranges in Zweifel gezogen würde. Man kann mit Leichtigkeit nachweisen, daß der saure Rückstand des Magensaftes einen großen Theil seiner Säure an Weingeist abgiebt und einen krystallinischen Niederschlag mit kohlensauerem Zinkoxyd bildet. Diese Merkmahle würden noch vor wenigen Jahren hingereicht haben, Milchsäure unzweifelhaft anzunehmen. Bedenkt man aber, daß das kohlensauere Zinkoxyd mit anderen organischen Verbindungen, die noch nicht vollkommen untersucht sind, Krystallfällungen giebt und die genossenen Nahrungsmittel eine fremdartige Beimischung von Milchsäure erzeugen können, so muß man eingestehen, daß die Chemie die ganze uns hier beschäftigende Frage auf keine unzweifelhafte Weise gelöst hat.

Da die Glasur von Porcellanstücken und selbst Achat- und Bergkrystalle in dem Magen der körnerfressenden Hühnervögel angegriffen werden, so hat man häufig vermuthet, daß Fluorwasserstoffsäure in ihm vorhanden sei. Alle Bemühungen aber, sie mit Sicherheit nachzuweisen, sind bis jetzt vergeblich geblieben [2]). Die Vermuthung stützt sich nur auf die oben angeführte unmittelbar beobachtete Thatsache.

616 Wir werden bald finden, daß die künstlichen Verdauungsversuche bei dem Gebrauche der verschiedenartigsten Säuren gelingen. Die sauere Reaction des thätigen Magensaftes bildet daher die Hauptsache. Muß es auch immer wünschbar bleiben, deren nähere Ursache zu kennen, so hängt doch nicht hiervon die Einsicht in die Verhältnisse der Magenverdauung wesentlich ab.

Die organischen Verbindungen des Magensaftes können der Fäulniß unter begünstigenden Verhältnissen lange widerstehen. Die Masse, die Berzelius aus dem Magen von Beaumont's Kranken erhielt (§. 608.), blieb zwei Jahre lang unzersetzt. Trocknet man den Magen des Menschen oder eines Thieres, so behalten die organischen Verbindungen ihre Verdauungskräfte Monate hindurch bei. Ist dagegen gleichzeitig

---

[1]) Thomson, London medical Gazette a. a. O. p. 975.

[2]) C. G. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. Leipzig, 1842. 8. Seite 128.

eine große Menge Wassers vorhanden, so ändern sich die Verhältnisse. Der Wasserauszug, den man sich aus dem Labmagen des Kalbes bereitet hat, fault oft in der Sommerhitze in wenigen Stunden. Wird zersetztes Fleisch durch natürlichen saueren Magensaft aufgelöst, so verliert sich der übrige Geruch, den es früher verbreitete [1]).

617 Diese Verhältnisse bestimmten einzelne Forscher des vorigen Jahrhunderts, den Magensaft als eine fäulnißwidrige Masse anzusehen, als äußeres Mittel bei Geschwüren, Geschwülsten und Lähmungen zu gebrauchen und selbst innerlich Kranken, die an Magenbeschwerden, Unreinigkeiten der ersten Wege oder Wechselfieber litten, zu verabreichen [2]). Carminati [3]) selbst aber fand schon bei dieser Gelegenheit die richtige Thatsache, daß nur der sauere Magensaft die Selbstzersetzung stickstoffhaltiger Körper verzögert, der neutrale oder alkalische dagegen als ein kräftiger Fäulnißerreger wirkt.

618 Die freie Säure kann die alkalische Beschaffenheit der mit Speichel durchtränkten Speisemassen aufheben, und Stoffe, die weder in reinem, noch in schwach alkalischem Wasser löslich sind, verdünnten Säuren dagegen unterliegen, verflüssigen. Die basisch phosphorsauere Kalkerde wird leicht von verdünnten Säuren und selbst von Essigsäure aufgenommen. Der Magensaft kann sie daher, wenn sie nicht in zu großer Menge dargeboten wird, bewältigen.

619 Die sauere Beschaffenheit ist aber auch im Stande, die umgekehrte Wirkung zu veranlassen und organische Bestandtheile der Nahrungsmittel in fester Form niederzuschlagen. Die Milch läßt unter solchen Verhältnissen Käsestoff fallen und gerinnt. Verschiedene Arten dieser Flüssigkeit verhalten sich aber nach F. Simon [4]) auf ungleiche Weise. Salzsäure ändert nicht die Menschenmilch in den ersten 12 Stunden und erzeugt einen nur schwachen Niederschlag am folgenden Tage. Sie läßt aber die Kuhmilch auf der Stelle und die Hundemilch nach 8 Stunden gerinnen. Setzte ich $^1/_{100}$ concentrirter Salzsäure zu Kuhmilch, so entstanden sogleich bedeutende Coagula. Wurde der Salzsäuregehalt auf $^1/_{40}$ — $^1/_{50}$ erhöht, so nahm ihre Menge wenig zu. Größere Quantitäten von Chlorwasserstoffsäure schienen sie nicht zu vergrößern, sondern eher zu vermindern. Mischt man viel Essig mit gekochter Kuhmilch, so erhält man oft geringere Niederschläge, als bei dem Gebrauche von Salzsäure.

620 Der Absatz von Käsestoff kann aber noch auf einem anderen Wege befördert werden. Der Zucker der Milch geht leicht in dem Magen in Milchsäure über. Stärkmehlhaltige Nahrungsmittel erzeugen sie auch hier häufig auf dem Wege der Selbstzersetzung. Der Käsestoff aber, der durch

---

[1]) Spallanzani, über das Verdauungsgeschäft u. s. w. Leipzig, 1785. 8. S. 293.

[2]) B. Carminati, Untersuchungen über die Natur und den verschiedenen Gebrauch des Magensaftes in der Arzneiwissenschaft und der Wundarzneikunst. Wien, 1785. 8. S. 16—82.

[3]) Ebendaselbst S. 166.

[4]) F. Simon, Die Frauenmilch nach ihrem chemischen und physiologischen Verhalten dargestellt. Berlin, 1838. 8. Seite 21.

Essigsäure oder Milchsäure erhalten worden ist, löst sich nicht in Wasser. Die freie Säure des Magensaftes kann es daher schon allein erklären, weshalb die genossene Milch in den ersten Verdauungswegen gerinnt.

621 Sollen Lösungen des flüssigen Eiweißes durch einzelne Säuren niedergeschlagen werden, so müssen die Zusatzmengen gewisse Verhältnißgrößen einhalten. Verdünnt man Hühnereiweiß mit dem Vier- bis Sechsfachen kalten destillirten Wassers, so setzen sich grauweiße Flocken ab, so wie man $1/_{500}$—$1/_{100}$ oder selbst $1/_{50}$ Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure hinzufügt. Vergrößert man die Säuremengen, so schwindet jener mikrolytische Niederschlag; es bildet sich eine vollkommen klare mikrolytische Lösung. Ueberschreitet aber die Menge der beigemischten Säure eine gewisse Grenze, so erhält man von Neuem eine reichliche makrolytische Fällung, die sich erst in noch größeren Säuremengen und mit Beihilfe höherer Wärmegrade zum zweiten Mal auflöst. Salzsäure wirkt in solchen Versuchen am günstigsten, Essigsäure dagegen, die den Käsestoff so leicht niederschlägt, gar nicht. Sie trübt höchstens die Verdauungsflüssigkeit mikrolytisch, erzeugt aber selbst in ihr keine makrolytische Fällung.

622 Die Absätze, welche die Säuren in dem Magen, wie in unseren Reagenzgläsern erzeugen, erschweren eher den Verdauungsproceß. Der Käsestoff, den die Milch abscheidet, muß später von Neuem gelöst werden, um in das Blut überzugehen. Wollen wir uns daher die Rolle, die der Säure des Magensaftes verliehen ist, klar machen, so müssen wir die Verhältnisse aufsuchen, unter denen sie feste Körper, die sich nicht in reinem oder alkalischem Wasser und in den Mundflüssigkeiten lösen, aufnehmen. Da aber die Natur nur mit geringen Säuremengen arbeiten kann (§. 574.), so werden ihre Wirkungen vor Allem ins Auge zu fassen sein.

623 Essigsäure macht Fleisch glasartig durchsichtig. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß sich dabei noch die Querstreifen und die Längsfäden der Muskelfasern erhalten können. Die Umhüllungsgebilde, das Myolemma, die Kerne und die Umhüllungsfasern fallen dann leichter, als im frischen Zustande in die Augen. Geronnenes Hühnereiweiß widersteht selbst stärkeren Mengen von Essigsäure bei dem Kochen. Käsestoff bleibt ebenfalls fest. Bietet aber auch der geronnene Faserstoff des Blutes und die Muskelmasse die günstigsten Verhältnisse dar, so kommt es doch zu keiner vollständigen Auflösung.

624 Läßt man fein zerschnittene Eiweißwürfel mit mikrolytisch salzsaueren Massen in einer Wärme von 35° bis 40° stehen, so löst es sich nach Verlauf von vielen Stunden auf. Eine bedeutende Temperaturerhöhung beschleunigt die Verflüssigung. Kleinere Eiweißstückchen verschwinden oft sehr schnell. Größere leisten zwar stärkeren Widerstand. Ihre Oberflächen werden aber ebenfalls angegriffen und ihre ganze Masse erhält bald eine mürbere Beschaffenheit. Die Brüchigkeit, die reichlichere Säuremengen dem festen Eiweiß verleihen, tritt hier nicht auf. Trifft man nur die erforderlichen Massenverhältnisse, so können Schwefel- und Salpetersäure zu ähnlichen Ergebnissen führen.

Mikrolytische Mengen unorganischer Säuren verflüssigen daher ge-

ronnenes Eiweiß. Sie wirken aber sehr langsam. Nur eine Wärme, welche die unseres Körpers in hohem Grade übersteigt, kann ihre Thätigkeit beschleunigen.

625 Kleber wird nach Eberle durch verdünnte Säuren schmieriger, löst sich aber nicht vollkommen auf. Die übrigen stickstoffhaltigen Körper der Gewächse sind in dieser Hinsicht noch nicht geprüft worden.

626 Die Erfahrung lehrt, daß geronnenes Eiweiß, fester Faserstoff, Fleischmassen und viele andere weichere Gewebe in den Magen aufgenommen werden. Die mikrolytische Säure des Magensaftes kann nicht diese Wirkungen, wie wir eben sahen, allein hervorrufen. Versetzt man Speichel mit geringen Mengen von Säuren, so erhält man nach Beaumont keine Auflösung. Ich kann dasselbe für Hühnereiweißwürfel bestättigen. Es liegt daher nah, die Verbindungen mikrolytischer Säuremengen mit Magensaft in dieser Hinsicht zu prüfen. Beobachtungen der Art wurden zuerst von Eberle und bald darauf von Joh. Müller und Schwann, Purkinje und Pappenheim, Wasmann, Stannius, Vogel, Scherer, Lehmann, mir und vielen Anderen angestellt. Man bezeichnet sie mit dem Namen der künstlichen Verdauungsversuche. Mikrolytisch angesäuerte Wasserauszüge der Magenschleimhaut, die man sich zu diesem Zwecke bereitet, heißen künstliche Verdauungsflüssigkeiten. Man hat sich auch mehrfach bemüht, den wirksamen organischen Grundstoff des Magensaftes, den man vorläufig Pepsin nannte, darzustellen. Wir werden jedoch bald sehen, daß dieses noch auf keine, den physiologischen Foderungen entsprechende Weise möglich gewesen ist.

Die einfachste Methode besteht darin, daß man Stücke der Magenschleimhaut in mikrolytisch angesäuertes Wasser wirft. Der Magen, der Monate lang in getrocknetem Zustande aufbewahrt worden, eignet sich hierzu eben so gut, als der frische. Der bloße abgekratzte Magenschleim kann ebenfalls gebraucht werden. Soll jedoch die Wirkung rasch hervortreten, so darf ein geringer Säurezusatz um so weniger fehlen, je mehr das Ganze des Versuchs wegen mit Wasser verdünnt worden.

Will man reiner arbeiten, so füllt man den frischen Magen eines Menschen oder eines Thieres mit destillirtem Wasser und läßt ihn 24 Stunden an einem mäßig warmen Orte hängen. Der so erhaltene Wasserauszug wird filtrirt und die erhaltene klare Flüssigkeit unmittelbar angewendet oder bei 40° bis 50° C. verdampft, bis sie eine schwachgelbliche Färbung annimmt und einen sehr angenehmen Fleischbrühegeruch in etwas höherer Temperatur verbreitet. Zerreibt man die Magenschleimhaut mit etwas Wasser in einer Reibschaale, so erhält man ohne weiteres Filtrate, die für sich oder mit geringen Säurezusätzen wirken.

Wir haben bei dem Speichel gesehen (§. 600.), daß bedeutende Mengen absoluten Weingeistes eine weiße Masse, die Stärke in Zucker überführt, fällen. Behandelt man die eingedampfte Verdauungsflüssigkeit in ähnlicher Weise, so erhält man nach einigen Stunden einen weißen feinkörnigen bis flockigen Bodensatz, der sich bei dem Eintrocknen gelblich und selbst bräunlich gelb färbt, theilweise oder gänzlich in Wasser löst und zu künstlichen Verdauungsversuchen zu dienen vermag.

Die Vorschrift, die Wasmann zur Darstellung von reinem Pepsin gegeben hat, unterscheidet sich hiervon nur dadurch, daß man zuvor die organischen Stoffe an Blei bindet. Man zieht die Magenschleimhaut z. B. des Schweines mit wiederholten Wassermengen bis zum Beginn der Fäulniß bei 30° bis 35° C. oder in niedrigerer Temperatur aus, filtrirt die gesammten Flüssigkeiten, dampft sie ein und versetzt sie mit einer Auflösung von Bleiessig. Der weiße und flockige, in reichlichem Maaße erhaltene Niederschlag wird

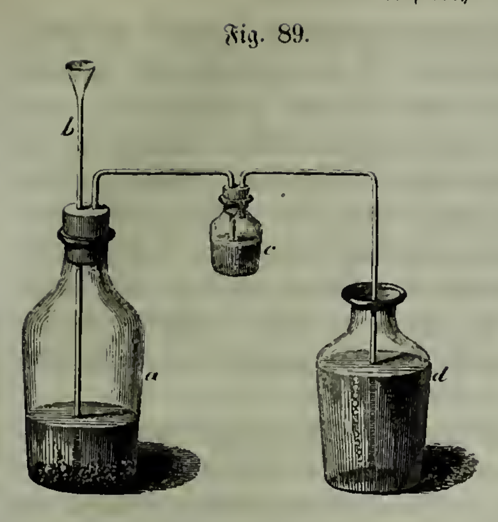


Fig. 89.

auf einem Filtrum gesammelt und ausgewaschen. Man bringt nun den Trichter und das Filtrum auf die leere Flasche *d*, Fig. 89., durchstößt jenes an seinem unteren Ende und spült die Fällung mit der Spritzflasche in *d* hinein. Ist sie hier mechanisch vertheilt, so füllt man *a* mit verdünnter Schwefelsäure und Schwefeleisen und senkt den absteigenden Schenkel der Entbindungsröhre bis an den Boden von *d*, damit der durchstreichende Schwefelwasserstoffstrom die ganze in *d* befindliche Mischung durchsetzt. Man kann auch ein Fläschchen mit Wasser *c* zur besseren Reinigung des Gases einschalten. Ist alles Feste, das sich in ihr befindet, in Schwefelblei verwandelt, so filtrirt man die schwarze Flüssigkeit. Die klare durchgegangene Lösung wird dann mäßig erwärmt, um sie einzudampfen und das überschüssige Schwefelwasserstoffgas zu vertreiben. Behandelt man sie hierauf mit absolutem Weingeist, so erhält man wieder einen weißen Niederschlag. Er gleicht dem, den die bloße Behandlung mit Weingeist geliefert hat, beträgt aber der Masse nach weniger.

Läßt man den Weingeistniederschlag oder das Pepsin scharf trocknen, so löst sich ein Theil desselben nicht mehr in kaltem Wasser, wenn es selbst Wochen lang mit ihm in Berührung bleibt.

Da die Temperatur einen wesentlichen Einfluß auf die Wirkungen der Verdauungsflüssigkeit und der Pepsinlösung ausübt, so muß man dafür sorgen, daß sich fortwährend die Mischungen in einer geeigneten Wärme, am Besten in der des Magens (37°5 C.), befinden. Eine Brütmaschine, die zur künstlichen Entwickelung der Vogeleier gebraucht wird, kann hierzu am besten dienen. Die Fig. 90. abgebildete Form der Vorrichtung ist von Purkinje seit Jahren zu verschiedenen Zwecken angewandt worden.

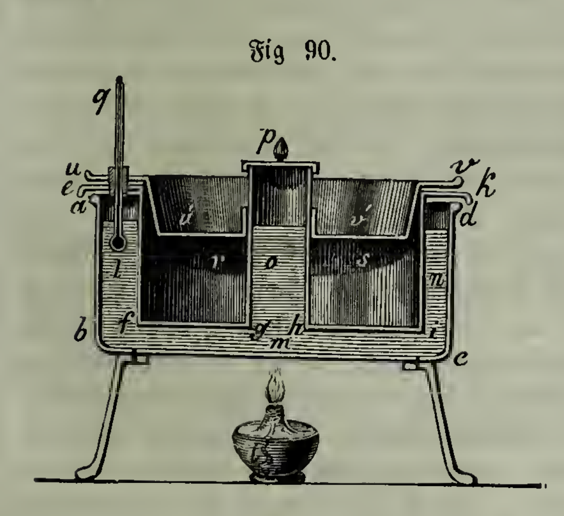


Fig 90.

Ein inwendig lakirter Blechkasten *abcd*, Fig. 90., der auf drei Füßen steht, enthält einen zweiten Blechkasten *efghik*, der einen Zwischenraum *lmn* übrig läßt und in seiner Mitte einen hohlen, mit einem Deckel *p* verschließbaren Cylinder *o* besitzt. *lmn* und *o* sind bis zu einer gewissen Höhe mit warmem Wasser, dessen Temperatur ein seitlich durch eine eigene Oeffnung eingesetztes und durch einen Kork befestigtes Thermometer angiebt, gefüllt. Eine darunter befindliche Lampe *t* erhält es auf einem bestimmten Wärmegrade, so daß z. B. der Raum *rs*, in den die Gläschen mit Verdauungsflüssigkeit kommen, 30° bis 40° C. darbietet. Ein zweiter darüber geschlagener Pappdeckel *uu' vv'* schützt vor Staub und anderen Verunreinigungen.

Der Magen des Menschen, aller Wirbelthiere und selbst nach Pappenheim der des Krebses kann zur Bereitung der künstlichen Verdauungsflüssigkeit benutzt werden. Der auf diesem Wege erhaltene Wasserauszug, der in sehr verdünntem Zustande farblos, bei etwas größerer Dichtigkeit dagegen weingelb bis grünlichgelb zu sein pflegt, hinterläßt nach dem 627

Verdunsten einen dunkeleren, hygroskopischen Rückstand. Bleibt die Flüssigkeit in der Wärme der Brütmaschine bei 30° bis 40° C. oder selbst in heißeren Sommertagen im Zimmer bei 20° bis 30° C. stehen, so fault sie sehr schnell und verbreitet einen durchdringenden und unangenehmen Geruch. Ist ihr dagegen eine mikrolytische Menge von Säure zugesetzt worden, so erhält sie sich lange Zeit frisch. War sie nicht zu sehr verdünnt, so besitzt sie den eigenthümlich säuerlichen Geruch, den auch erbrochene Speisen darbieten Die Wirkung der Säure greift so sehr durch, daß der Wasserauszug des Magens, der schon zu faulen beginnt, binnen Kurzem nach dem Zusatz von geringen Salzsäuremengen eigenthümlich säuerlich zu riechen anfängt.

628 Hat man auch keine Säure mit dem Wasserauszuge der Magenschleimhaut der Wiederkäuer vermischt, so bringt doch die Flüssigkeit die Milch binnen Kurzem zur Gerinnung. Die Landwirthschaft bedient sich daher des vierten oder des Labmagens der Kälber zur Käsebereitung. Eine gelinde Erwärmung beschleunigt die Bildung des Niederschlags. Die organischen Verbindungen der Magenschleimhaut oder der Verdauungsflüssigkeit wirken als Contactsubstanzen (§. 389.), verwandeln einen Theil des Zuckers der Milch in Milchsäure (§. 379.) und zwingen den Käsestoff, sich in fester Form abzusetzen. Die Magenschleimhaut des Menschen, des Schweines und anderer Geschöpfe bringt oft diese Wirkung nicht hervor.

629 Viele Chemiker nehmen hierbei an, daß die Alkalien der Milch den Käsestoff aufgelöst erhalten. Neutralisire sie nun die frei werdende Milchsäure, so verliere jener Proteinkörper die Bedingungen seiner Löslichkeit. Mitscherlich[1]) bemerkte jedoch, daß die im Anfange gebildeten Mengen von Milchsäure in keinem Verhältniß zu den Massen des abgesetzten Käsestoffes stehen und daß wahrscheinlich hier keine chemische Wahlverwandtschaft, sondern eine Minimalwirkung, die auf dem Wege des Contactes zu Stande kommt, die Erscheinung bedingt. 1000 Grm. Milch gerinnen nach ihm in einer halben Stunde, wenn ihnen so viel vom Wasserauszuge des Labmagens zugesetzt worden, daß der feste Rückstand 0,002 Grm. beträgt. $^1/_{500000}$ des Letzteren reichte hiernach zur Wirkung hin. Schwann dagegen giebt an, daß mehr als 0,43% dichter Stoffe in der Verdauungsflüssigkeit enthalten sein müsse, wenn sie solche Erfolge nach sich ziehen sollen. 0,83% bedingen schon eine auffallende Gerinnung.

630 Die Eigenthümlichkeit jeder Contactsubstanz, daß geringe Mengen zur Erreichung des Zieles genügen, wiederholt sich auch in allen übrigen Wirkungen der Verdauungsflüssigkeit. Soll sie geronnenes Eiweiß auflösen, so braucht sie nur 1 bis 2% fester Stoffe zu führen. Enthält sie 4 bis 8%, so besitzt sie, wie Schwann richtig bemerkte, ausgezeichnete Verdauungskräfte. Wasmann fand noch eine Mischung, die 0,0017% Verdauungssubstanz aufgelöst enthielt, zur Aufnahme der Eiweißkörper

---

[1]) Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der k. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin, 1842. 8. S. 147—150.

geeignet. $^1/_{60000}$ seines Pepsins reichte hin, um die Verflüssigung der dichten Proteinmassen in 6 bis 8 Stunden zu erreichen.

631 Wirken aber auch so kleine Mengen, so wird doch die Auflösung durch größere beschleunigt. Eine gelbe Verdauungsflüssigkeit löst unter sonst gleichen Verhältnissen schneller auf, als eine farblose. Eine Maximalgrenze, mit der der Erfolg aufhörte, wurde bis jetzt noch nicht gefunden und ist auch wahrscheinlich gar nicht vorhanden.

632 Die organischen Verbindungen, welche die Wirkungen der Verdauungsflüssigkeit bedingen, theilen das gleiche Schicksal mit vielen anderen Contactkörpern, daß sie sich weder rein darstellen, noch ihren Mengen nach genau bestimmen lassen. Das Pepsin bildet daher nur die hypothetische Benennung einer unbekannten Masse, die man durch Behandlung mit Weingeist oder mit Blei und Weingeist mit anderen Körpern vermischt ausscheidet. Die Reactionsprüfungen können auch hier bloß zu Vermuthungen führen und keine scharfe Charakteristik liefern. Betrachtet man aber auch die wirksamen Stoffe des Magensaftes als eine Art von Diastase (§. 626.), so vermag dieses doch nicht die Schwierigkeit, ihre Merkmahle genauer anzugeben, zu beseitigen.

Das Pepsin ist nicht flüchtig. Ist es getrocknet, so erträgt es selbst eine Wärme von 70° C, ohne seine Kräfte zu verlieren. Wird es dagegen mit Wasser erwärmt oder auch nur bis auf 80° C. erhitzt, so verschwindet seine eigenthümliche Wirkung. Es löst sich nicht in stärkerem Weingeist oder Aether, kann aber ohne Nachtheil, wie schon seine Darstellung ergiebt, durch Weingeist niedergeschlagen werden. Ist es in Wasser gelöst so wird es zu einem großen Theile mit anderen organischen Verbindungen, die sich durch Weingeist oder Metallsalze fällen, niedergerissen. Es erzeugt mit mikrolytischen Mengen von Mineralsäuren Fällungen, die auch dem äußeren Ansehen nach denen des flüssigen Hühnereiweißes gleichen und sich ebenfalls in etwas größeren Säuremengen lösen. Makrolytische Quantitäten von Säuren rauben ihm dagegen seine eigenthümlichen Kräfte. Sind kaustische Alkalien in geringen Mengen neben ihm vorhanden, so bleiben sie nach ihrer Abstumpfung durch Säuren unschädlich. Größere Massen dagegen zerstören das Pepsin. Wird seine wässrige Lösung mit Metallsalzen, wie neutralem oder essigsauerem Bleioxyd, Quecksilberchlorid, schwefelsauerem Eisenoxydul oder Eisenoxyd, schwefelsauerem Kupferoxyd oder Zinnchlorid [1]) versetzt, so fällt ein Theil der organischen Stoffe mit den Metallen vereinigt nieder. Es erzeugt hierbei häufig eine basisch unlösliche und eine sauere lösliche Verbindung. Die letztere bleibt in dem Filtrate und geht daher bei der gewöhnlichen Darstellung des Pepsin verloren. Gerbsäure und gerbestoffhaltige Flüssigkeiten, wie der Aufguß oder die Tinctur von Galläpfeln scheiden reichliche Niederschläge ab.

A. Vogel [2]) hat den Versuch gemacht, das aus der Magenschleimhaut des Schweines dargestellte Pepsin der Elementaranalyse zu unterwerfen. Er erhielt hierbei 57,72% Kohlenstoff, 5,567% Wasserstoff, 21,09 Stickstoff und 16,06 Sauerstoff (?). Es frägt sich jedoch noch sehr, ob diese Verhältnisse in anderen Proben des Pepsin in gleicher Art wiederkehren werden. Fernere Schlüsse lassen sich hieraus jedenfalls nicht entnehmen.

Der Umstand, daß das Pepsin durch das Kochen untauglich, durch Weingeist und Aether gefällt, durch viele Metallsalze niedergeschlagen und aus diesen Verbindungen durch Schwefelwasserstoff in löslicher Form ausgeschieden wird, führte mich zu der Ansicht, daß es in die Reihe der eiweißartigen Körper gehöre und seine Kräfte mit einem gewissen Grade der Gerinnung und Dichtigkeit verliere. Es ergiebt sich aber von selbst,

---

[1]) A. Wasmann, de digestione nonnulla. Berolini, 1839. 8. p. 20.

[2]) Simon's Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie. Bd. I. Berlin, 1843. 8. S. 168.

daß es kein flüssiges Albumin sein kann; denn eine schwach angesäuerte Lösung von Hühnereiweiß besitzt keine Verdauungskräfte.

Die späteren Beobachtungen von Pappenheim[1]) und Buchheim[2]) bestättigten die große Aehnlichkeit, welche die Reactionen der Verdauungsflüssigkeit mit denen einer wässrigen Hühnereiweißlösung meistentheils darbieten. Der Letztere nimmt an, daß alle Erscheinungen in beiden Fällen im Wesentlichen die gleichen seien. Pappenheim theilt mit, daß zwar Kieselflußsäure, kaustisches Ammoniak, phosphorsaueres Natron und Eisenkaliumcyanür keine der genannten Flüssigkeiten niederschlagen, daß sie dagegen durch Platinchlorid oder Zinnchlorid in stärkerem und durch Chlorcalcium, Chlorbaryum und Quecksilberchlorid in geringrem Grade gefällt werden. Die Präcipitate, die Chlor, Jodtinctur, Jodkalium, Eisenchlorid, Weingeist und Gerbsäure hervorriefen, verhielten sich in beiden Fällen ähnlich. Kohlensaueres Kali erzeugte dagegen einen starken Niederschlag in der Verdauungsflüssigkeit und einen schwachen in der Eiweißlösung. Phosphorsäure, Essigsäure, kaustisches Kali, Baryt, Bleisalze und Eisenkaliumcyanid zeigten noch untergeordnete Unterschiede, die jedoch vielleicht nur von den außerdem vorhandenen Salzverbindungen und den verschiedenartigen Verdünnungsgraden, nicht aber den abweichenden Reactionsweisen der Flüssigkeiten herrührten.

Quecksilbersalze, wie der Sublimat und das salpetersauere Quecksilberoxydul, schlagen die flüssige Eiweißlösung stark nieder. Vermischt man sie dagegen mit frisch bereiteter Verdauungsflüssigkeit des Kalbsmagens, so erhält man bisweilen nur eine grauweiße Trübung.

Wasmann[3]), der ebenfalls die Hauptähnlichkeiten mit den Reactionen des Eiweißes hervorhebt, giebt als Merkmahl an, daß eine mikrolytisch angesäuerte Pepsinlösung, die durch etwas größere Säuremengen klar gemacht worden, durch Eisenkaliumcyanür nicht gefällt; eine eben so behandelte Eiweißlösung dagegen in dem gleichen Falle niedergeschlagen wird. Die Beobachtung wollte mir wenigstens nicht mit frischer Verdauungsflüssigkeit gelingen. Sie hatte sich selbst nach 24 Stunden grünblau gefärbt und einen reichlichen blauen Niederschlag fallen lassen. Es wäre möglich, daß der Grad der Löslichkeit des Präcipitates in Salzsäure den Unterschied bedingte.

Das Pepsin scheint hiernach ein eiweißartiger, mit Contactwirkungen versehener Körper zu sein. Es läßt sich aber noch nicht entscheiden, ob er eine beständige Zusammensetzung hat oder in fortwährender Veränderung begriffen ist.

633 Muß auch der Wasserauszug der Magenschleimhaut oder die Pepsinlösung mit einer Säure versetzt werden, um die gehörigen Kräfte zu erhalten, so scheint doch die Wahl derselben ziemlich gleichgültig zu bleiben. Die künstlichen Verdauungsversuche gelingen mit Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Chlorwasserstoff-, Essig- und Milchsäure. Nur die Mengen, welche die günstigsten Wirkungen bedingen, wechseln nach Verschiedenheit der gebrauchten Flüssigkeit.

634 Mikrolytische Werthe eigenen sich bloß in jedem Falle, um dichte Proteinkörper zur Auflösung zu bringen. $1/_{500}$ bis $1/_{50}$ bildet ungefähr die Grenzen, welche die Anwendung der Salzsäure gestattet. Schwann giebt in dieser Hinsicht 0,68% bis 1,37% an und Wasmann sah merkliche Wirkungen von 0,2% bis 0,4%. Gebraucht man andere Säuren, so ändern sich diese Verhältnisse. Concentrirte Schwefel- und Phosphorsäure schadet schon in verhältnißmäßig geringeren Mengen, als Salz- oder Salpetersäure. Essigsäure dagegen gestattet bedeutendere

[1]) S. Pappenheim, Zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Chemische Abtheilung. Breslau, 1839. 8 S. 27 fgg.

[2]) R. Buchheim, meletemata quaedam de albumine, pepsino et muco. Lipsiae, 1845. 4. pag. 5 — 11.

[3]) Wasmann, a. a. O. pag. 24.

Zusätze. Es versteht sich übrigens von selbst, daß hier die Concentrationsgrade der Säure und der Verdauungsflüssigkeit entscheiden.

Ueberschreitet man jene mikrolytischen Verhältnisse, so bleibt die Lösung aus oder wird wenigstens geschwächt. Salzsäure macht die Eiweißwürfel brüchig; Salpetersäure färbt sie überdieß gelb. Schwefel- und Phosphorsäure lassen sie dunkelbraun werden. Wesentliche Nebenverbindungen entstehen in allen diesen Fällen. 635

Der geringe Säurezusatz trübt in der Regel die Verdauungsflüssigkeit mikrolytisch. Viele grauweiße Flöckchen pflegen daher in ihr, wenn sie zu Versuchen gebraucht wird, mechanisch vertheilt zu sein. Es ist jedoch nicht wesentlich erforderlich, daß die Mischung diese Beschaffenheit darbietet. Die vollkommen klare mikrolytische Lösung kann auch zu künstlichen Verdauungsversuchen gebraucht werden. 636

Giebt man ihr Eiweißwürfel in der Brütwärme Preis, so werden zuerst die Kanten durchscheinender, matter und grauweiß, behalten aber ihre bestimmte Form und ihre frühere Schärfe bei. Der weiße unversehrte Kern liegt dann wie eine trübe Wolke in der hellen durchsichtigeren Einfassung. Diese wird immer weicher und endlich so schleimig, daß sie bei dem Herausheben zerfließt. Ist sie aufgelöst worden, so schreitet die gleiche Veränderung immer mehr nach innen fort. Wir haben dann eine unregelmäßige rundliche Masse statt des früheren genau begrenzten Würfels, bis endlich die letzten Ueberreste des Festen der Verflüssigung verfallen. 637

War die angesäuerte Verdauungsflüssigkeit im Anfange klar, so trübt sie sich während ihrer Thätigkeit. Machte sie schon von vorn herein der mikrolytische Niederschlag grauweiß, so nimmt ihre Undurchsichtigkeit im Verlaufe der Wirkung zu. Dieser Umstand hat in neuerer Zeit zu der Annahme geführt, daß das Eiweiß gar nicht gelöst, sondern mechanisch fein vertheilt werde, damit es desto besser durch den Pförtner trete und aufgesogen werde[1]). Wäre dieses aber der Fall, so könnte schon kräftige Zusammenziehungen des Magens das Gleiche leisten. Der Magensaft wäre in dieser Hinsicht überflüssig und könnte durch jede wäßrige Absonderung ersetzt werden. Verfolgt man überdieß die Verhältnisse auf dem Wege der quantitativen Bestimmung, so überzeugt man sich bald, daß der bei Weitem größte Theil des Eiweißes wahrhaft chemisch aufgenommen worden ist.

Ich ließ destillirtes Wasser auf die frische Schleimhaut des Pförtnertheiles des Schweinemagens 15 Stunden lang bei 30° C. einwirken und setzte so viel Salzsäure zu dem klaren weingelben Filtrate zu, daß sie 1/67 betrug. Ein Theil der Mischung, die 1,31% dichter Stoffe führte, kam in einem mit Kork versehenen Fläschchen in die Brütmaschine bei 30° bis 35° C. und verweilte daselbst 91 Stunden lang. Ein zweiter erhielt eine bestimmte Menge von Eiweiß von 15,53% festen Rückstandes und wurde sonst den gleichen Verhältnissen ausgesetzt. Ein dritter endlich unterlag derselben Behandlung, wie der zweite, nur daß er wieder genau verschlossen 92 Stunden in der Brütwärme und 24 Anhang Nr. 40.

[1]) H. Hoffmann, Grundlinien der physiologischen und pathologischen Chemie. Für Aerzte und Studirende. Heidelberg, 1845. 8. S. 163—220.

Stunden in einem Zimmer von 14° C. mittlerer Temperatur blieb. Bestimmte ich nun die ursprünglichen Mengen, den Verdampfungsverlust, das Wasser und die festen Stoffe, welche die klaren und schwach opalisirenden Filtrate nach Beendigung der Versuche ergaben, so zeigte sich, daß von 100 Theilen der festen Stoffe des Eiweißes 88 bis 92 und selbst 97 nach Verbesserung der nothwendigen Beobachtungsfehler gelöst waren. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hier um eine vorherrschend chemische Verarbeitung handelt und die mechanische Vertheilung einen verhältnißmäßig nur geringen Nebenpunkt bildet.

638 Der Faserstoff unterliegt ebenfalls nach und nach der Verdauungsflüssigkeit Seine weicheren Arten werden eher, als die dichteren verarbeitet. Der Käsestoff leistet größeren Widerstand, wird aber auch zum Theil angegriffen. Schwann und ich bemerkten eine nur unvollkommene, Scherer dagegen eine vollständige Lösung des Klebers. Bedenkt man, daß dieser Körper ein Gemenge verschiedener Stoffe zu sein pflegt und nicht selten Beimischungen roher Stärke enthält, so kann man sich diesen Beobachtungsunterschied erklären. Die vorzüglichsten Proteinkörper der pflanzlichen und der thierischen Nahrung werden daher von mikrolytisch angesäuerter Verdauungsflüssigkeit ihren größten Mengen nach aufgenommen.

639 Untersucht man die mikroskopischen Veränderungen, welche die verschiedenen thierischen Gewebe auf diesem Wege erleiden, so bemerkt man, daß sie mit denen, die wir durch den Zusatz verdünnter Säuren zu erzeugen im Stande sind, in hohem Grade übereinstimmen. Die Umhüllungsgebilde, welche das Zellgewebe, die Muskeln, die Sehnen, die Nerven und die Bänder besitzen, werden, wie Pappenheim am Ausführlichsten verfolgte, deutlicher und die Fasern selbst blasser, durchsichtiger und gallertartiger. Dichtere Theile, wie Sehnen und Bänder, widerstehen länger, als weiche. Dünne Knorpelscheiben verlieren nach Wasmann ihre Durchsichtigkeit und ihre helle Färbung. Die Knorpelkörper treten zuerst aus der Zwischenmasse heraus und lösen sich später bis auf ihre Kerngebilde auf. Die Grundsubstanz geht in eine schleimigte Masse über und verflüssigt sich zuletzt gänzlich. Die Kerntheile allein pflegen in fester Form zurückzubleiben.

Die Knochen geben ihre Kalksalze ab. Sind sie in zu großer Menge vorhanden, so bleibt ein Theil von ihnen zurück. Die knorpelige Grundlage erleidet wahrscheinlich das gleiche Schicksal, wie der ächte Knorpel. Elastisches Gewebe und Horngebilde, wie die Oberhaut, die Nägel, die Haare, die Klauen und die Hufe, leisten den kräftigsten Widerstand [1]).

640 Die künstliche Verdauungsflüssigkeit kann endlich noch die Magenhäute selbst aufzehren. Bereitet man sie auf kürzestem Wege, indem man kleine

---

[1]) Die ausführlichsten Arbeiten auf diesem Gebiete sind: Eberle, Physiologie der Verdauung. Würzburg, 1834. 8 Joh. Müller und Schwann, in Müller's Archiv 1836. S. 70 fgg. Schwann ebendaselbst S. 90 fgg. Joh. Müller's Handbuch der Physiologie des Menschen. Vierte Auflage. Bd. I. S. 452. J. Gerson, de chymificatione artificiosa. Berol. 1835. 8. Repert. II. S. 200. J. Vogel, in den Annal. der Pharm. 1839. April. S. 37. S. Pappenheim und A. Wasmann, in den schon angeführten Schriften.

Stückchen des frischen oder getrockneten Magens in mikrolytisch angesäuertes Wasser wirft, so findet man sie nach einiger Zeit bis auf einzelne Flocken und das in ihnen enthaltene Fett aufgelöst. Es müssen daher im Leben gewisse Vorsichtsmaaßregeln getroffen sein, um Störungen der Art zu verhüten. Die gleiche Erscheinung bildet häufig die Ursache, weshalb die Magenhäute der Leiche gallertig erweicht sind.

641 Jede chemische Lösung wird durch die Verkleinerung des preisgegebenen Körpers beschleunigt, weil sich hierdurch die Berührungsflächen der festen Masse und der aufnehmenden Flüssigkeit vergrößern. Die künstliche Verdauungsflüssigkeit zeigt das Gleiche. Kleine Eiweißwürfel werden rascher, als große Stücke gelöst. Der mechanische Nutzen des anhaltenden Kauens läßt sich leicht durch vergleichende Versuche zur Anschauung bringen. Die Magenbewegungen können die dichten Reste umrühren und auf diese Weise leichter verflüssigen.

642 Die Mischungen, die man zu solchen Beobachtungen zu gebrauchen pflegt, sind oft verdünnter, als der Magensaft. Der mechanische Druck, die Bewegung und die durch die Auffaugung veranlaßte Eindichtung, welche in dem lebenden Körper zu Hilfe kommt, fehlt überdieß. Es kann daher schon deshalb nicht befremden, wenn die Auflösung in dem lebenden Organismus schneller erreicht wird. Man weiß aber nicht, ob noch andere Hilfsmittel den Erfolg begünstigen.

643 Ist das klare Filtrat einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit, die geronnenes Eiweiß aufgelöst hat, verhältnißmäßig stark sauer, so trübt es sich nicht bei dem Kochen. Neutralisirt man es aber mit Kali und erwärmt es dann auf 80° bis 100° C., so bildet sich bald ein grauweißer flockiger Niederschlag. Der Umstand, daß der künstlich verdaute Leim nach J. Vogel nicht mehr gerinnt, wird wahrscheinlich durch ähnliche Nebenverhältnisse bedingt. Durchgreifendere Zersetzungen scheinen nicht die Lösung zu begleiten. Die Angabe, daß das sonst für Eiweiß so empfindliche salpetersauere Quecksilberoxydul eine Verdauungsflüssigkeit, die Eiweiß aufgelöst hat, nicht fälle, bestättigte sich nicht in meinen Versuchen. War selbst nur noch wenig Albumin gelöst, so erhielt ich doch sogleich einen reichlichen weißen Niederschlag.

Die frühere Ansicht, daß das Eiweiß in Speichelstoff und Osmazom zerfalle, beruht auf keinen sicheren Thatsachen. Die beiden Verbindungen, in die es übergehen soll, sind überdieß bis jetzt zu wenig scharf untersucht und charakterisirt, als daß sich solche Aussprüche zu ferneren Folgerungen gebrauchen ließen. Es ist aber in mancher Hinsicht nicht unwahrscheinlich, daß die Proteinkörper, die der Thätigkeit der Verdaunngsflüssigkeit unterliegen, innere Veränderungen erleiden und zu fernerem Umsatze geneigter gemacht werden. Alle näheren Nachweise des Herganges mangeln jedoch noch gänzlich.

644 Die stickstofflosen Nahrungsmittel widerstehen der Verdauungsflüssigkeit oder werden nur durch sie, wie durch manche andere Mischung unseres Körpers, in Gährung versetzt. Der Magensaft besitzt dagegen nicht in

dieser Hinsicht die unmittelbaren auflösenden Kräfte, die er für dichte Proteinstoffe darbietet.

645 Vermischen wir Oel mit angesäuerter Verdauungsflüssigkeit, so bleibt ein großer Theil desselben unverändert. Geht auch vielleicht eine geringe Menge desselben in eine Fettsäure über, so läßt sich doch diese Verwandlung eher als Wirkung der Säure und der Luft, denn als ein besonderer Einfluß des künstlichen Magensaftes ansehen. Vermischen wir ihn mit thierischem Fettgewebe, so erhalten wir Wirkungen, die auch bloßes schwach angesäuertes Wasser in mäßig hoher Wärme darbieten würde. Das Zellgewebe, welches die einzelnen Fetttträubchen verbindet, wird durchsichtig und gallertartig. Die Umschließungshaut der Fettzellen giebt stellenweise nach oder löst sich gänzlich auf. Die frei gemachten Oeltropfen treten bald an die Oberfläche der Mischung. Setzen wir Fleisch, Häute und andere thierische Theile der Wirkung der angesäuerten Verdauungsflüssigkeit aus, so finden sich auf ihr nach einiger Zeit Oelaugen. Schmilzt dagegen nicht ein Fett in der Wärme der Brütmaschine, so erhält es sich größtentheils unverändert.

646 Vermengt man Stärkmehlkörner mit dem angesäuerten Wasserauszuge der Magenschleimhaut, so widerstehen sie mit vieler Kraft. Die Amylonkörnchen bleiben oft Stunden und Tage lang unter dem Mikroskope kenntlich und lassen sich durch Jod blau färben. Es kann auch ausnahmsweise vorkommen, daß mit der Zeit ein kleiner Theil in Gährung übergeht, daß Zucker, Milchsäure, Weingeist und Kohlensäure erzeugt werden. Allein die Wärme und die Zeitdauer scheinen die vorzüglichste Ursache dieser Veränderungen zu bilden. Kartoffelwürfel bleiben wie sie waren, oder erweichen höchstens an ihren Oberflächen. Viele in der Flüssigkeit vertheilte Stärkmehlkörnchen bedingen oft eine weißliche Trübung.

647 Läßt man eine Mischung von neutraler oder sauerer Verdauungsflüssigkeit und Stärkekleister in einer Wärme von 37° C. stehen, so findet man oft den größten Theil der Stärke nach 24 Stunden unversehrt. Die gewöhnlichen Zuckerreactionen versagen, wenn selbst die später zu erwähnende Gasentwickelung den Eintritt der Gährung andeutet. Doch erhält man auch bisweilen nach Hoffmann [1]) Zucker, der sich durch die Trommersche Probe zu erkennen giebt. Ein großer Theil des Kleisters bleibt aber selbst dann unversehrt. Er widersteht auch der Magenverdauung des lebenden Menschen und geht zu einem großen Theile, wenn er in bedeutenderer Menge vorhanden war, in den Zwölffingerdarm über. Blattgrün verharrt ebenfalls mit vieler Zähigkeit.

648 Löst man Zucker in angesäuerter Verdauungsflüssigkeit und setzt das Ganze einer Wärme von 30° bis 35° C. unter freiem Luftzutritt aus, so bildet sich oft binnen Kurzem Essigsäure (§. 382.). Die Mischung nimmt einen nicht unangenehmen, süßsäuerlichen Geruch, den sie früher nicht besaß, an. Füllt man ein hermetisch verschließbares Gläschen mit Zuckerlösung und angesäuerter Verdauungsflüssigkeit vollkommen an, so bleibt

---

[1]) Haeser's Archiv. 1844. S. 165.

diese Wirkung aus oder verzögert sich bedeutend. Die Heller'sche Probe (§. 590.) weist aber bald Traubenzucker nach.

649 Es wird sich später ergeben, daß häufig der Speisebrei Milchsäure oder richtiger eine organisch sauere Verbindung, die mit Zinkoxyd ein unlösliches krystallinisches Salz bildet, enthält. Das Auftreten dieses Stoffes und die Einleitung der Schleimgährung scheint nach Lehmann's [1]) Versuchen durch gewisse Zusätze vorzugsweise begünstigt zu werden. Bleiben Mischungen von Stärke oder Zucker mit Proteinkörpern und Fett einer Temperatur von 30° bis 40° C. längere Zeit ausgesetzt, ohne daß die Atmosphäre Essigsäure erzeugen kann, so enthält die Flüssigkeit bedeutende Mengen von Milchsäure. Eiweiß allein hat diese Wirkung nicht. Ist es aber selbst mit Fett gemischt, so soll der Erfolg bei dem Gummi ausbleiben. Milchzucker und Krümelzucker unterliegen am leichtesten, Rohrzucker dagegen langsamer und die Stärke am spätesten.

650 Fremde Körper können die Kräfte der organischen Bestandtheile des Magensaftes für den Augenblick verhüllen oder für immer zerstören. Die schon früher (§. 632.) erwähnte Aehnlichkeit mit den flüssigen und dichten Zuständen des Eiweißes tritt auch hier in den meisten Fällen hervor.

651 Wir haben gesehen (§. 626.), daß die organischen Stoffe des Magensaftes durch Metallsalze niedergeschlagen und durch Schwefelwasserstoff von Neuem gereinigt werden können, ohne ihre Kraft zu verlieren. Sie erhält sich auch in der Fällung, die man durch Weingeist bekommt. Wird jedoch hierbei ein gewisser Dichtigkeitsgrad überschritten, so hört die Wirkung auf. Man kann eben so die Verdauungsflüssigkeit zum trockenen Rückstande verdampfen und vorsichtig bis zu 70° bis 80° C. erwärmen, ohne daß ein wesentlicher Nachtheil entsteht. Kocht man dagegen eine Pepsinlösung anhaltend, so hört ihre Kraft auf. Große Säuremengen schaden; ein geringer Alkalizusatz dagegen entfernt nur einen Theil der Säure auf dem Wege der Sättigung, greift aber nicht tiefer ein. Hat man angesäuerte Verdauungsflüssigkeit mit kaustischem Kali, Natron oder Ammoniak neutralisirt, so giebt ihr ein Zusatz von neuer freier Säure ihre Wirksamkeit zurück. Schwefelsaueres Natron bleibt ohne Nachtheil, arsenigtsaueres Kali dagegen hebt die Lösungskraft nach Schwann auf. Gerbsäure und Galläpfelauszug erzeugen nach Pappenheim einen Niederschlag, der sich nicht zur künstlichen Verdauung eignet. Wäscht man ihn aber mit verdünntem oder starkem Weingeist aus und rührt ihn dann mit schwach angesäuertem Wasser an, so erhält man eine Mischung, die hartes Eiweiß nach dem genannten Forscher auflöst.

652 Purkinje und Pappenheim bemerkten, daß ein Zusatz von Galle die Säure der künstlichen Verdauungsflüssigkeit neutralisirt und ihre Einflüsse vernichtet. Hat sie nur wenig Galle erhalten, so kann man sie durch neue Säure erfrischen. War dagegen eine große Gallenmenge beigefügt,

---

[1]) C. G. Lehmann, De pinguedinum commodis et usu in metastocchosi animali. Lipsiae, 1843. 8. p. 26. F. Simon, Beiträge zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie. Bd. I. Berlin, 1843. 8. S. 63—76.

worden, so ist dieses nach ihnen nicht möglich. Pappenheim giebt an, daß Oelsäure, Gallenzucker und krystallinisches Gallenfett unschädlich sind und vorzugsweise das Gallenharz nachtheilig wirkt. Der Gallenblasenschleim, der vielleicht den zuletzt genannten Körper als Gemengtheil führt, verzögert die Wirkung. Wenig Gallenharz und viel Gallenzucker machen noch die Verdauung möglich. Verhalten sich dagegen die Mengen beider Körper umgekehrt, so hört die Verflüssigung auf. Andere Harze und organische Stoffe, wie Guajae, Elemi, Myrrhe, Sandarac, Stinkasand, Mastix, Galbanum, Olibanum, Gummi, Benzoe, Ingwer, Zimmt und Pfeffer, lassen keine Einflüsse besonderer Art erkennen.

653 Manche Forscher bemerkten, daß einzelne Nebeneinflüsse die Thätigkeit der künstlichen Verdauungsflüssigkeit beschleunigten. Purkinje und Pappenheim [1]) sahen, daß sich Eiweiß, wenn es unter einem Drucke von $2\frac{1}{4}$ Kilogr. stand, schneller löste, Sie betrachten daher die Druckwirkung, die von den Magenwänden und den Bauchdecken ausgeht, als ein Beförderungsmittel der Verdauung. Lehmann [2]) fand, daß eine $\frac{1}{50}$ Pepsin enthaltende sauere Verdauungsflüssigkeit, die 1,5% Kochsalz enthält, Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff rascher verdaut. Andere Alkalisalze, wie der Salmiak oder das essigsauere Kali, die man als Magenmittel in der Arzneikunst gebraucht, wirken wahrscheinlich in ähnlicher Weise.

654 Die freie Säure kann auch, wie Purkinje und Pappenheim nachgewiesen, durch galvanische Zersetzung erzeugt werden. Speichel, Schleim und Blutserum geben dann Salzsäure genug, um die Lösung des Eiweißes möglich zu machen.

655 Das Kochsalz oder der Salmiak, denen die wesentlichsten Wirkungen der Magenverdauung von einzelnen Chemikern zugeschrieben worden sind, können nicht die freie Säure der künstlichen Verdauungsflüssigkeit ersetzen. Ich brachte vier Gläser in die Digestionswärme. Das erste enthielt destillirtes Wasser und kleine Stückchen eines menschlichen Magens, der schon ein halbes Jahr in getrocknetem Zustande aufbewahrt worden war, und das zweite dieselbe Mischung und eine mikrolytische Menge von Salzsäure. Die gleiche, aber nicht angesäuerte Flüssigkeit kam mit Salmiak vermengt in ein drittes und mit Kochsalz versetzt in ein viertes Gläschen. Ungefähr gleich viel Eiweißwürfel wurden dann jeder dieser Mischungen Preis gegeben. Das Fluidum, das weder Säure, noch Salze enthielt, färbte sich dunkelgelb, blieb aber drei bis vier Tage lang klar und lockerte die Magenhautstücke auf, ohne sie zu lösen. Die mikrolytisch sauere Verdauungsflüssigkeit trübte sich auf der Stelle und bewältigte nicht bloß die Eiweißwürfel, sondern auch die Magenstücke, so daß nur noch von ihnen einzelne Flocken übrig blieben. Viele Oeltropfen schwammen auf der Oberfläche. Die Mischungen endlich, die Salmiak oder Koch-

---

[1]) Purkinje und Pappenheim, in Müller's Archiv. 1838. S. 13 u. 14.
[2]) C. G. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. Leipzig, 1842. 8. S. 134. 135.

salz enthielten, bewahrten ihre klare Beschaffenheit und ihre weingelbe Färbung und ließen die Eiweißwürfel unberührt. Hatten sie zwei Tage lang in der Digestionswärme gestanden, so vermehrte ich die Mengen des Salmiaks und des Kochsalzes. Ihre Unthätigkeit hörte aber deshalb nicht auf. Säuerte ich nun die Flüssigkeit, die den Salmiak führte, mikrolytisch an, so verflüssigte sich das Albumin in nicht langer Zeit. Setzte ich dagegen Salmiak zu der Mischung, die ursprünglich nur Kochsalz enthielt, so war es noch nach vier Tagen unversehrt.

Diese Versuche widerlegen zugleich die Ansicht, welche die sauere Beschaffenheit des thätigen Magensaftes mit dem Salmiak, der ebenfalls Lacmuspapier röthen kann, in Verbindung bringt.

656 Sollen Eiweiß und verwandte Proteinkörper von angesäuerter Verdauungsflüssigkeit aufgenommen werden, so bedarf es hierzu nicht des freien Zutrittes der Atmosphäre. Schließt man ein Fläschchen, das bis zum Rande mit einer solchen Mischung gefüllt ist, luftdicht zu, so daß keine Gasbläschen sichtbar bleiben, so erleidet das Eiweiß die gleichen äußeren Veränderungen, wie wenn ein Luftraum über dem Ganzen stünde. Magensaft, der in Fäulniß übergehen will, in ähnlicher Weise verwahrt, zersetzt sich in der Brütwärme auf das kräftigste. Die geringe Menge von Luft, die wahrscheinlich in der Flüssigkeit absorbirt ist, kann sogar hinreichen, die Gährung des Kleisters einzuleiten. Löste ich dagegen Rohrzucker in angesäuerter Verdauungsflüssigkeit des Kalbes, füllte damit ein hermetisch verschließbares Gläschen, ohne daß ein Luftraum vorhanden war, und ließ es 24 Stunden in der Brütwärme stehen, so gab kaustisches Kali Traubenzucker an (§. 590.). Der Geruch nach Essigsäure, den man unter den gleichen Verhältnissen bei freiem Zutritt der Luft zu erhalten pflegt, blieb hier gänzlich aus. Wurde die farblose Mischung mit Ammoniak neutralisirt und mit Eisenchlorid vermengt, so färbte sie sich nicht blutroth.

657 Die eigenthümlichste Wirkung des saueren Magensaftes, die Lösung der geronnenen Proteinkörper, bedarf daher gar nicht der hinabgeschluckten Luft. Die geringen Mengen, die mechanisch mit den Speisen und den Mundflüssigkeiten eingeführt werden, können schon hinreichen, selbst fortgesetztere Gährungserscheinungen der Kohlenhydrate einzuleiten. Es beruht daher auf einem Irrthume, wenn man diese Selbstzersetzungen läugnet [1]), weil angeblich keine Luft im Magen enthalten sei.

658 Da viele Gährungserscheinungen Kohlensäure frei werden lassen, so muß oft dieses Gas in künstlichen Verdauungsversuchen zum Vorschein kommen. Ist der Magensaft nicht frisch, so entbindet er in der Brütwärme Kohlensäure. Die Menge des Gases vergrößert sich mit der zunehmenden Fäulniß. Sie fällt in der nicht angesäuerten oder in der wiederum neutralisirten Mischung stärker, als in dem mikrolytisch saueren Magensaft aus. Die Lösung des Eiweißes ist mit keiner Kohlensäure-

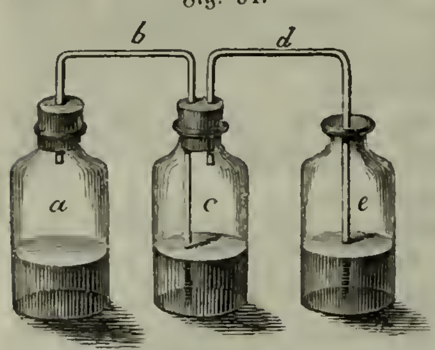
---

[1]) Blondlot, Gazette médicale de Paris. 1844. p. 14 und Revue médicale Paris, 1843. Nov. p. 386.

entwickelung verbunden. Schreitet die Selbstzersetzung der Kohlenhydrate bis zu einem gewissen, schon früher (§. 381.) erläuterten Punkte fort, so geht ein Theil des Kohlenstoffes in Gasform davon.

Man bedient sich zu diesem Zwecke der §. 590. angegebenen Vorrichtung, die zur Beobachtung der Gährungserscheinungen des Zuckers gebraucht werden kann. *a*, Fig. 91., nimmt die Verdauungsmischung und *c* und *e* klares Kalkwasser auf. Ließ ich auf diese Weise den ungesäuerten Magenauszug des Labmagens des Kalbes in der Brütmaschine bei 37°5 C. stehen, so bildete sich schon nach einigen Stunden ein reichlicher Absatz von kohlensauerer Kalkerde. Wurde eine Probe derselben Mischung mikrolytisch angesäuert, so erzeugte sich dessenungeachtet Kohlensäure, nur in etwas geringerem Grade. Erhielt eine dritte Probe kleine Mengen von Salzsäure und Eiweißstückchen, so wurde nur eine Spur von Kohlensäure während der Lösung des Albumins frei. Die Verflüssigung des Eiweißes schien sogar hiernach die Kohlensäurebildung zu vermindern. Vorher angesäuerte und dann mit Kali alkalisch gemachte Verdauungsflüssigkeit faulte sehr rasch und, wo möglich, stärker, als der bloße eingedichtete Wasserauszug des Magens. Eine Mischung von Kleister mit angesäuerter Verdauungsflüssigkeit gab verhältnißmäßig viel kohlensauren Kalk, wenn selbst die Trommer'sche Probe keinen Traubenzucker oder höchstens Spuren desselben anzeigte. Der nicht angesäuerte Magenauszug führte zu ähnlichen Ergebnissen.

Fig. 91.



659 Eine genaue eudiometrische Bestimmung, wie viel atmosphärische Luft oder welche Mengen von Sauerstoffgas die Verdauungsflüssigkeit zu Zeiten der Ruhe oder während ihrer Thätigkeit verschluckt, ist mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft. Die Gase, die schon von vorn herein in der Mischung enthalten sind und gegen andere ausgetauscht werden (§. 154.), die Luftarten, die sich hin und wieder entbinden, und die Wärmeveränderungen, welche die Volumina wechseln lassen, machen hier alle Versuche unsicher. Schwann giebt an, daß der bloße säuerliche Wasserauszug der Magenschleimhaut 0,10 Atmosphäre verschluckte. Löste er aber Eiweißstückchen auf, so nahm das Ganze 0,23 bis 0,52 auf. Dem sei, wie ihm wolle, so lehren die schon §. 657. angegebenen Erfahrungen, daß dieser Gaszutritt eine nur untergeordnete Erscheinung sein muß und die Verflüssigung der Proteinkörper in keiner wesentlichen Art bestimmen kann. Diese Ansicht ist übrigens auch schon mit Recht von Joh. Müller und Schwann vertheidigt worden.

660 Suchen wir uns eine theoretische Vorstellung von den Verdauungsvorgängen zu bilden, so läßt sich annehmen, daß die Natur eine Mischung, die mit möglichst geringen Aetzkräften bedeutende Aenderungen der Form und der Zusammensetzung der Nahrungsmittel veranlaßt, in dem Magensafte liefert. Mikrolytische Säuremengen allein können geronnenes Eiweiß auflösen. Da aber hierzu eine lange Zeitdauer erfodert wird, so enthält nicht bloß der thätige Magensaft eine Verbindung, die ihm eine sauere Beschaffenheit verleiht, sondern auch eine Contactsubstanz, die seinen Einfluß beschleunigt und vielleicht auch quantitativ vergrößert.

661 Da schon geringe Mengen der Contactkörper ihre Wirkung ausüben,

so erklärt es sich hieraus, weshalb nicht die Lösung des Eiweißes die einmal vorhandenen organischen Stoffe des Magensaftes erschöpft. Die Säure dagegen verhält sich in dieser Hinsicht in anderer Weise. Ist einmal ein Quantum von Proteinkörpern verflüssigt worden, so muß eine neue mikrolytische Säuremenge hinzugefügt werden, wenn die Verdauungsflüssigkeit ihre Thätigkeit fortsetzen soll. Wir können hieraus schließen, daß sich das Eiweiß mit der Säure zu einer bleibenden in Wasser löslichen Verbindung vereinigt und daß wir hier eine der gewöhnlichen Erscheinungen der Wahlverwandtschaft vor uns haben. Das Eiweiß gerinnt nicht bei dem Kochen, so lange nicht eine hinreichende Menge von Alkali hinzugesetzt worden.

Ist eine größere Menge der organischen Contactmasse vorhanden, so wird sie auch die Selbstzersetzung der Nachbarkörper in ausgedehnterem Maaße anregen. Eine größere Quantität von Pepsin erleichtert daher die Lösung der Proteinkörper, ohne daß sie sich mit ihnen in bestimmten Atomenverhältnissen verbindet.

A. Vogel giebt an, daß er 1,98 Grm. Pepsin aus einer Verdauungsflüssigkeit, die ursprünglich 2 Grm. führte, nach der Auflösung von vielem Rindfleisch wiedererhalten habe. So wahrscheinlich es auch sein mag, daß die organischen Contactverbindungen des Magens unbedeutende Mengen durch ihre Thätigkeit verlieren, so läßt sich doch nicht jene Beobachtung als ein sicherer Beweis dieser Annahme betrachten. Denn das essigsaure Blei wird eine Reihe gemischter Verbindungen und kein bloßes Pepsin aus der Rindfleischlösung niederschlagen.

662 Die bis jetzt bekannten Thatsachen beweisen in keinerlei Art, daß der Contactkörper, der im Magensafte enthalten ist, einen eigenthümlichen Einfluß auf den Umsatz der Kohlenhydrate ausübt. Angesäuerte Verdauungsflüssigkeit verwandelt nur selten Stärke in Zucker. Man kann häufig bemerken, daß gekochte Stärke oder Kleister, wenn sie neutraler, angesäuerter oder wieder neutralisirter Verdauungsflüssigkeit bei 37° C. ausgesetzt sind, nach einigen Stunden zu gähren anfangen. Füllte ich eine Mischung von Kleister und Wasser in ein Fläschchen, das mit einem guten Korkzapfen fest verschlossen war und keinen Luftraum enthielt, und ließ das Ganze 30 Stunden in einer Wärme von 30°—40° C. stehen, so stürzte eine beträchtliche Menge von Gasblasen nach der Lüftung des Korkes hervor. Es wäre möglich, daß die Selbstzersetzung eine eigenthümliche Richtung unter dem Einflusse der Verdauungsflüssigkeit verfolgte. Es bleibt denkbar, daß vielleicht hierdurch die Bildung von Milchsäure begünstigt wird. Die bis jetzt bekannten Untersuchungen sind aber in dieser Hinsicht so unvollständig, daß sie noch keinen sicheren Schluß gestatten.

663 Der Umsatz, den der Magensaft in den Speisen einleitet, kann auch ihren Molecularzustand ändern und sie zu fernerer Zersetzung geneigter machen. Cl. Bernard [1]) glaubt in der That gefunden zu haben, daß in dieser Hinsicht die Magenverdauung eine wichtige Rolle übernimmt.

---

[1]) Claude Bernard, in der Gazette médicale de Paris, 1844. 4. p. 171. 172. — Froriep's neue Notizen. 1844. 4. Nro. 619. S. 37.

Sprizte er alkalische oder schwach angesäuerte Hühnereiweißlösung in die Halsvene von Hunden, so fand sich das Albumin im Harne wieder. Es mangelte dagegen, wenn es vorher in angesäuerter Verdauungsflüssigkeit aufgelöst worden war. Wurde Rohrzucker statt des Eiweißes genommen, so kehrte der gleiche Unterschied wieder. Der regelrechte Zustand, in dem weder Eiweiß, noch Zucker mit dem Harne austritt, wurde nur durch die vermittelnde Zwischenwirkung des Magensaftes erreicht. Die Verbrennung, der sie unterliegen, war bloß auf diesem Wege möglich. Da gleiche Mengen der Einspritzungsstoffe nach Bernard's Angabe in jedem der Doppelversuche gebraucht wurden, so kann die Verschiedenheit der Ergebnisse von keinen quantitativen Einflüssen, wie wir sie später kennen lernen werden, abgehangen haben. Es muß dagegen noch untersucht werden, ob nicht auch Eiweiß, das in mikrolytisch-sauerem Wasser gelöst worden, ausbleibt und die Ergebnisse überhaupt in allen Fällen beständig sind.

Bernard geht sogar noch einen Schritt weiter in diesen Mittheilungen. Stoffe, die, wie die Gallerte, nicht nähren, sollen auch im Urin unzersetzt austreten, wenn sie selbst mit Magensaft behandelt worden waren. Da aber die Gallerte, mit anderen Speisen vermischt, den Körper erhält, so müssen auch hier noch fernere Erfahrungen das Nähere feststellen.

664 Fällt man die Filtrate der Mundflüssigkeiten und den eingedichteten Wasserauszug der Magenschleimhaut mit absolutem Weingeist, so wird man von der Aehnlichkeit der Niederschläge, die beide Flüssigkeiten geben, überrascht. Jede von ihnen trübt sich im Anfange durch feinkörnige Massen. Weiße, ziemlich gleichartige Flöckchen setzen sich nach einiger Zeit zu Boden. Die auf diesem Wege erhaltene Speicheldiastase (§. 600.) und das so dargestellte Pepsin (§. 626.) wirkt als Contactsubstanz. Eine gewisse Aehnlichkeit beider dringt sich daher von selbst auf.

Bernard und Barreswil[1]) nehmen geradezu an, daß ein und derselbe organische Grundkörper in den Mundflüssigkeiten, dem Magensafte und dem Bauchspeichel vorhanden ist und daß die verschiedenen Einflüsse, welche diese Flüssigkeiten unter den gewöhnlichen Verhältnissen ausüben, von ihrer Reaction allein bedingt werden. Der angesäuerte Magensaft, der sonst Proteinkörper mit Leichtigkeit auflöst, verliere diese Eigenschaft durch seine Sättigung mit kohlensauerem Natron und verwandle dann Stärke in Zucker. Säure man dagegen die Mundflüssigkeiten an, so wirkten sie nicht mehr auf Amylon und lösten dafür Eiweiß auf.

Die Erfahrungen, die ich in mannigfachen Versuchen der Art gemacht habe, widerlegen diese Theorie in mehrfacher Hinsicht. Mit Kali neutralisirte sauere Verdauungsflüssigkeit führt zwar oft Kleister in Traubenzucker und überhaupt in Gährung über. Er verflüssigt sich aber nicht gänzlich, sondern bleibt zu einem großen Theile in seiner früheren Form zurück. Es scheint mir noch gerechten Zweifeln zu unterliegen, ob die Dextrin- und Zuckerbildung mit irgend bedeutender Kraft zu Stande kommt. Die Auflösung des Albumins durch mikrolytisch angesäuerte Mund-

[1]) Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XXI. Paris, 1845. 4. p. 88. 89.

flüssigkeit wollte mir nie gelingen. Standen auch die Eiweißwürfel länger als 2 Tage in einer Wärme von 30° bis 40° C., so waren ihre Kanten noch eben so weiß und undurchsichtig, als im Anfange.

Die Angabe, daß die Säuren oder die Alkalescenz des Ganzen den Grundunterschied bedingt, steht mit der Erfahrung im Widerspruch. Der schwach angesäuerte Mundspeichel oder die ebenso beschaffene Verdauungsflüssigkeit kann noch Dextrin und Traubenzucker erzeugen. Wir werden sogar in der Folge sehen, daß die Bauchspeichelmischungen, die stark sauer reagiren, den Kleister mit großer Kraft verflüssigen. Die alkalische Verdauungsflüssigkeit allein hat ihre Wirkung auf geronnene Proteinkörper verloren.

665 Andere Häute können in Einzelfällen wie die Magenschleimhaut thätig sein. Das Bauchfell, das die Harnblase oder den Magen des Kalbes bekleidet, die Haube, der Zwölffingerdarm, der Blind- und der Mastdarm dieses Thieres brachten die Milch in Mitscherlich's Versuchen zur Gerinnung. Wir werden in der Folge finden, daß einzelne Bruchstücke der dicken Gedärme zur Bereitung künstlicher Verdauungsflüssigkeiten dienen können. Pappenheim gebrauchte sogar hierzu mit Erfolg die Luftröhre. Eine Magengeschwulst, die in keiner Verbindung mit der Schleimhaut stand, wirkte wie eine Pepsinlösung. Die dem Magensaft eigene Contactwirkung kann sich daher in anderen Gebilden wiederholen. Während sie aber in dem Magen und den dicken Gedärmen beständig ist, hängt ihre Erscheinung in anderen Organen von Nebenverhältnissen ab. Eberle fand die Harnblase wirksam, Schwann dagegen nicht.

666 Wir werden in der Absonderungslehre sehen, daß die Schleimbildung überhaupt mit der Zerstörung und Lösung von Epithelialtheilen verbunden ist. Die Schläuche der Magendrüschen enthalten immer mannigfache Arten verrotteter Kerne und Körperchen. Es wäre möglich, daß hierbei ein gewisser Zersetzungsgrad, der eben die Contactsubstanz des Magensaftes als nothwendiges Mittelglied erzeugt, bedingt würde.

667 Die Magenverdauung ist ein rein chemischer Vorgang. Die Nerven beherrschen sie nur in sofern, als die Bewegungen des Magens den Proceß unterstützen. Keine sichere Thatsache beweist aber, daß sie hierbei einen unmittelbaren Einfluß auf die chemischen Erscheinungen ausüben. Die verschiedenen Angaben, daß die Absonderung des saueren Magensaftes und die Verdauung nach der Durchschneidung der herumschweifenden Nerven aufhört und dann Mischungen, die Blausäure entwickeln, unschädlich werden, oder daß der hungernde Magen Reizungen seiner Nervenstämme nicht beantwortet, haben sich nicht, wie wir in der Nervenlehre sehen werden, in Prüfungsversuchen bestättigt.

668 Betrachten wir die Veränderungen, welche die verzehrten Speisen in dem lebenden Magen erleiden, so geben die Beobachtungen, die Beaumont an dem mit einer Magenfistel behafteten und sonst gesunden Canadier anstellte, eine ausgedehnte Reihe von Thatsachen [1]). Sie lassen sich

[1]) Die übrigen Fälle von Magenfisteln wurden nicht, so viel ich weiß, wenn man die Mittheilungen von Helm ausnimmt, zu Versuchen benutzt. Eine Zusammenstellung

jedoch nur mit Vorsicht zu ferneren Schlüssen gebrauchen, weil sie von einem einzelnen Menschen herrühren und nicht immer die nöthigen Nebenverhältnisse, unter denen sie beobachtet worden, angegeben sind. Man vermißt auch oft nähere Angaben der Mengen und der Bestandtheile des Genossenen. Ergebnisse, die sich nicht in zwei Fällen gleich bleiben, wurden gar nicht oder nur wenige Male wiederholt. Statistische Mittel der Zeitverhältnisse sind daher unter diesen Umständen unmöglich.

669 Ließ Beaumont die gleichen Speisen, die er in den Magen einbrachte, außerhalb desselben in dem von dem Manne herrührenden Magensafte liegen, so lösten sie sich hier später, als in dem lebenden Körper auf. Der Wärmeunterschied hatte unzweifelhaft einen großen Antheil daran. Wir werden aber bald sehen, daß es überhaupt in vielen Fällen zweifelhaft bleiben muß, ob nur eine mechanische Vertheilung oder eine wahre chemische Verflüssigung gemeint sei.

Die folgende Tabelle giebt uns die von Beaumont erhaltenen Werthe. Die zweite Columne enthält die Zeit, die zur Verdauung im Magen nöthig war, die dritte dagegen den Exponenten, um den sich die Dauer der künstlichen Verarbeitung erhöhte, so daß z. B. Lachs, den der Magen in 4 Stunden verflüssigte, 1,1 × 4 = 4,4 Stunden in dem Reagenzglase für die gleiche Wirkung nöthig hatte.

Nro.	Nahrungsmittel.	Zeit der Verdauung im Magen.		Exponent der Vergrößerung der Zeitdauer bei der Verdauung außerhalb des Magens.
		Stunden.	Minuten.	
1.	Gekochter gesalzener Lachs . . .	4	—	1,10
2.	Frisches Waizenbrod	3	30	1,29
3.	Frisch gesalzenes, gekochtes Schweinfleisch	4	30	1,44
4.	Gekochtes zahmes Geflügel . . .	4	—	1,62
5.	Gesottener Tapioka	2	—	1,66
6.	Gekochter Sago	1	45	1,86
7.	Gekochte Gallerte	2	30	1,90
8.	Gekochte gelbe Rüben	3	15	1,92
9.	Gekochtes Rückenmark	2	40	2,03
10.	Alter Käse	3	30	2,07
11.	Gekochte Milch	2	—	2,12
12.	Rohe Eier	2	—	2,13
13.	Weich gesottene Eier	3	—	2,17

findet sich in: R Marcus, De fistula ventriculi. Berolini, 1835. 8. p. 15 — 25. vor.

Nro.	Nahrungsmittel.	Zeit der Verdauung im Magen.		Exponent der Vergrößerung der Zeitdauer bei der Verdauung außerhalb des Magens.
		Stunden	Minuten.	
14.	Gebratenes Rindfleisch . . .	4	—	2,25
15.	Geschmortes Hammelfleisch . . .	3	—	2,25
16.	Hart gesottene Eier	3	30	2,29
17.	Gekochte Sehnen	5	30	2,32
18.	Gekochte Lachsforelle	1	30	2,33
19	Gekochte Knorpel	4	15	2,35
20.	Eier- und Milchpudding	2	45	2,36
21.	Ochsentalg	5	30	2,37
22.	Frische Milch	2	15	2,38
23.	Gedämpfte Austern	3	30	2,40
24.	Gekochte Kartoffeln	3	30	2,43
25.	Trockener gesottener Stockfisch . .	2	—	2,50
26.	Zuckerbrod	2	30	2,50
27.	Gekochtes Gehirn	1	45	2,57
28.	Rohe Austern	2	55	2,57
29.	Frisches geröstetes mageres Ochsenfleisch	3	—	2,58
30.	Gesottenes Ochsenfleisch mit Salz .	3	36	2,64
31.	Geschlagene Eier	1	30	2,66
32.	Gekochter Pastinak	2	30	2,70
33.	Beefsteak	3	—	2,75
34.	Gebratene Ochsenleber	2	—	3,25
35.	Hammeltalg	4	30	3,33
36.	Gebratenes Herz	4	—	3,33
37.	Roher gesalzener Schinken . . .	3		3,72
38.	Weiche sauere Aepfel	2	—	4,25
39.	Gekochter Kohl	4	30	4,44
40.	Weiche süße Aepfel	1	30	4,50
41.	Roher Kohl	2	30	5,00
42.	Mit Essig angemachter Kohl . .	2	—	5,12
43.	Rohe harte sauere Aepfel	2	50	6,35

Prüfen wir diese Angaben, so müssen wir zunächst ins Auge fassen, 670 daß der Magensaft, so wie er unmittelbar abfloß, zu den künstlichen Versuchen angewandt wurde. Seine Säure konnte daher schon in vielen Fällen durch einen Theil der Speisemassen erschöpft worden sein. Das Uebrige mußte deshalb ungelöst zurückbleiben oder wenigstens später verflüssigt werden. Die möglichste Verkleinerung und die Bewegung fehlte

überdieß in der Regel und der verbrauchte Magensaft wurde nicht, wie im Leben, fortgeschafft und durch neuen ersetzt. Es kann hiernach nicht befremden, wenn die künstliche Lösung, die unter so unvollkommenen Bedingungen Statt fand, eine 1,10 bis 6,35 Mal so große Zeitdauer in Anspruch nahm.

671 Brod, Sago, Kartoffeln, Pastinak, Kohl und Aepfel würden nach Beaumont's Angaben dem natürlichen Magensafte in und außerhalb des lebenden Körpers unterliegen. Wir haben aber gesehen, daß sie einen kraftvollen Widerstand der künstlichen Verdauungsflüssigkeit, sie sei neutral oder angesäuert, entgegenstellen. Die Untersuchung des Speisebreies lehrt noch, daß viele Stärkmehlkörner, Pflanzenzellen, Blattgrünmassen und ähnliche Gebilde in den Zwölffingerdarm übertreten. Es frägt sich daher, ob nicht dasjenige, was von Beaumont Auflösung genannt wurde, eine mechanische Vertheilung war und nur untergeordnete Mengen der genannten Stoffe auf dem Wege der Gährung oder in anderer Weise löslich gemacht wurden.

672 Diese Umstände und die schon oben erwähnten nachtheiligen und vermuthlich wechselnden Temperaturverhältnisse bedingen es ohne Zweifel, daß die Vergrößerungswerthe der Zeitdauer der künstlichen Verflüssigung von keinen festen Gesetzen abhängen. Sie stimmen weder mit den chemischen Eigenschaften, noch mit den Zeiten, die der Magen zur Verarbeitung der einzelnen Nahrungsmittel nöthig hatte.

673 Der Widerstand, den eine Speise dem Einfluß des Magens entgegensetzt, kann in manchen Fällen durch die Zeit, die ihre Auflösung fodert, gemessen werden. Lassen auch in dieser Hinsicht die Beaumont'schen Beobachtungen Vieles zu wünschen übrig, giebt die Unvollkommenheit der Bestimmung der Nebenbedingungen mehrfachem Zweifel Raum und weichen bisweilen die Einzelwerthe, wie sich erwarten läßt, für die gleichen Nahrungsmittel ab, so bestättigen doch manche seiner Erfahrungen die Angaben, die früher (§. 446 fgg.) über die physischen und chemischen Eigenthümlichkeiten der Speisen gemacht worden.

Die folgende Tabelle giebt uns die Uebersicht von drei Versuchsreihen. Die erste bezieht sich auf die schon §. 669. angeführten Erfahrungen. Die einzelnen Zeitangaben sind, so weit es möglich war, verglichen und in auffsteigender Ordnung zusammengestellt.

Nro.	Nahrungsmittel.	Auflösungszeit in dem lebenden Magen.					
		Erste Versuchsreihe.		Zweite Versuchsreihe.		Dritte Versuchsreihe.	
		Stund.	Minut.	Stund.	Minut.	Stund.	Minut.
1.	Gekochter Reis	—	—	—	—	1	—
2.	Gekochte Schweinsfüße . . .	—	—				
3.	Gebratener Ochsenmagen . . .	—	—	1	—	—	—
4.	Gerstensuppe	—	—	—	—		
5.	Gebratene Lachsforelle					1	30
6.	Geschlagene Eier	1	30	—	—	—	—
7.	Weiche süße Aepfel						
8.	Gekochter Sago	1	45	—	—	—	—
9.	Gekochtes Gehirn						
10.	Mit Essig angemachter Kohl .						
11.	Weiche sauere Aepfel						
12.	Gesottener Tapioka						
13.	Rohe Eier	2	—	—	—	—	—
14.	Gebratene Ochsenleber . . .						
15.	Gekochte Milch						
16.	Trockener gesottener Stockfisch .						
17.	Trockener gesottener Stockfisch, kalte Milch und Brod . . .	—	—	2	—	—	—
18.	Gerösteter wilder Truthahn . .	—	—	—	—	2	18—30
19.	Gesottener zahmer Truthahn .	—	—	—	—	2	25
20.	Gekochte Gallerte						
21.	Zuckerbrod						
22.	Gekochter Pastinak	2	30	—	—	—	—
23.	Roher Kohl						
24.	Gebratener welscher Hahn . .	—	—				
25.	Mit Zwiebeln u. Kartoffeln gebratenes Fleisch	—	—	2	30	—	—
26.	Geröstete wilde Gans	—	—	—	—		
27.	Spanferkel	—	—	—	—		
28.	Gehacktes gebratenes Fleisch und Gemüse	—	—	—	—	2	30
29.	Gesottene Bohnen	—	—	—	—		
30.	Geröstete Kartoffeln	—	—	—	—		
31.	Gekochtes Rückenmark	2	40	—	—	—	—
32.	Eier und Milchpudding . . .	2	45	—	—	—	—
33.	Rohe harte sauere Aepfel . . .	2	50	—	—	—	—
34.	Rohe Austern	2	55	2	45	—	—
35.	Rohe Austern und Brod . . .	—	—	3	—	—	—

Nro.	Nahrungsmittel.	Auflösungszeit in dem lebenden Magen.					
		Erste Versuchsreihe		Zweite Versuchsreihe		Dritte Versuchsreihe.	
		Stund	Minut.	Stund.	Minut.	Stund.	Minut.
36	Leicht gesottene Eier						
37.	Beefsteak			3	—	—	—
38.	Roher gesalzener Schinken . .	3	—				
39.	Geschmortes Hammelfleisch . .						
40.	Frisch geröstetes mageres Ochsenfleisch						
41.	Gebratener Barsch	—	—	—	—		
42.	Gesottene Bohnen	—	—	—	—	3	—
43.	Kuchen	—	—	—	—		
44.	Frisches Waizenbrod						
45.	Alter Käse	3	30	—	—	—	—
46.	Gedämpfte Austern						
47.	Gekochte Kartoffeln						
48.	Harte Eier	3	30	3	30	—	—
49.	Gebratene Butter	—	—	—	—		
50.	Zerlassene Butter	—	—	—	—		
51.	Hammelfleischsuppe	—	—	—	—	3	30
52.	Austernsuppe	—	—	—	—		
53.	Gekochte weiße Rüben . . .	—	—	—	—		
54.	Stark gesalzene Bratwürste . .	—	—	3	30	—	—
55.	Gekochtes Rindfleisch	—	—				
56.	Gesottenes Ochsenfleisch mit Salz	3	36	—	—	—	—
57.	Rindfleisch mit viel Fett . . .	—	—	3	38	—	—
58.	Hammelfleisch, im Mittel . .	—	—	3	45	—	—
59.	Kaffe mit Butterbrod	—	—	—	—		
60.	Trockenes Brod mit zerdrückten Kartoffeln	—	—	—	—	3	45
61.	Gekochtes türkisches Korn . .	—	—	—	—		
62.	Bohnen	—	—	—	—		
63.	Geröstetes in Schnitten gesondertes Schweinefleisch . . .	—	—	3	50	—	—
64.	Gekochter gesalzener Lachs . .						
65.	Gekochtes zahmes Geflügel . .	4	—	—	—	—	—
66.	Gebratenes Rindfleisch						
67.	Gebratenes Herz						
68.	Gebratenes Kalbfleisch	—	—				
69.	Gekochte Hühner	—	—	4	—	—	—

Nro.	Nahrungsmittel.	Auflösungszeit in dem lebenden Magen.					
		Erste Versuchsreihe.		Zweite Versuchsreihe.		Dritte Versuchsreihe.	
		Stund.	Minut.	Stund.	Minut.	Stund.	Minut.
70.	Suppe von frischem, sehnigtem Rindfleisch						
71.	Trockenes Brod mit Kaffe . .	—	—	—	—	4	.
72.	Gebratene zahme Enten . . .						
73.	Gekochter Knorpel	4	15	—	—	—	—
74.	Suppe von frischem Schweinefleisch und Gemüse	—	—	—	—	4	15
75.	Frisch gesalzenes und gekochtes Schweinefleisch	4	30		—	—	.
76.	Hammeltalg						
77.	Gekochter Kohl						
78.	Pökelfleisch	—	—	4	30	—	—
79.	Gebratene wilde Ente	—	—	—	—	4	30
80.	Gekochte Sehnen	5	30	—	—	—	—
81.	Rindstalg . . , ...						

674 Unverdauliche Nahrungsmittel, z. B. Sehnen, nahmen hier 5,30 Mal so viel Zeit, als leicht verdauliche, wie gekochte Schweinefüße, in Anspruch. Wird aber das feste Rindstalg unter den endlich aufgelösten Körpern von Beaumont angeführt, so kann dieses nur die schon geäußerten Zweifel bestättigen. Da die starren Fette der Thätigkeit des Magens widerstehen, und, wie wir später finden werden, in den Dünndarm übertreten, so wurden sie auch wahrscheinlich in dem mit der Magenfistel versehenen Manne nach längerer Zeit mechanisch gesondert und fortgeschafft, nicht aber chemisch gelöst.

Dasselbe gilt von vielen Pflanzenstoffen. Manche Theile der Gemüse werden nur erweicht und in mikroskopische Bruchstücke vertheilt. Wenn daher Beaumont viele von ihnen innerhalb verhältnißmäßig kurzer Zeit vermißte, so mangelt noch die genauere Bestimmung, auf welchem Wege dieses geschehen war. Verschwand der mit Essig angemachte Kohl in 2, der gekochte dagegen erst in $4\frac{1}{2}$ Stunden, so kann der Unterschied von der zugesetzten Säure oder der eingenommenen Menge der Gemüse abgehangen haben.

Die schon früher (§. 452 fgg.) erwähnten Gesetze, daß die Proteinkörper durch ihren Uebergang in dichtere Zustände an Verdaulichkeit verlieren, daß mäßiges Kochen die Löslichkeit in gewissen Fällen befördert, längeres dagegen und das Austrocknen oder Räuchern erschwert, bestättigten sich auch zum Theil in Beaumont's Versuchen. Geschlagene Eier haben z. B. $1\frac{1}{2}$, rohe 2, leicht gesottene 3 und harte $3\frac{1}{2}$ Stunden nöthig ge-

habt. Wir stoßen aber auch hier auf manche räthselhafte Ausnahmen. Die Ochsenleber, die zu den schwer verdaulichsten Gerichten gehört, soll in eine Klasse mit den rohen Eiern gehören. Wenn die fettreiche Hammelfleischbrühe der zerlassenen Butter und dem hartgekochten Rindfleisch gleichgestellt wird, so bildeten wahrscheinlich nur die übrig gebliebenen Oeltropfen die Bestimmungsglieder des Urtheils. Erhielt die aus sehnigtem Rindfleisch bereitete Suppe einen vier Mal so großen Werth, als der gebratene Ochsenmagen, so können nur die mechanischen Gemengtheile der Angabe zu Grunde gelegt worden sein. Diese wenigen Belege, die sich leicht noch vermehren ließen, beweisen, mit welcher Vorsicht fernere Schlüsse aus den angeführten Beobachtungen herzuleiten sind.

675 Da sich manche Menschen willkührlich erbrechen können, so hat man auch diesen Umstand benutzt, um die Löslichkeit der Speisen im Magen zu untersuchen. Gosse[1]) bemühte sich schon im vorigen Jahrhundert, eine Reihe hierher gehörender Erfahrungen zu liefern. Er selbst war im Stande, die genossenen Nahrungsmittel nach Belieben antiperistaltisch auszuwerfen. Er schluckte zuvor Luft mit deutlich hörbarem Geräusche (§. 534.) hinunter und entleerte dann den Inhalt seines Magens. Die Ergebnisse, die er auf diese Weise erhielt, stimmen eher mit den Erfahrungen der Diätetik. Ordnen wir seine Angaben übersichtlich, so erhalten wir:

Speisen.		
Leicht verdaulich, d. h. in 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden in einen Brei verwandelt.	Minder verdaulich, d. h. in 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden unvollkommen chymificirt.	Innerhalb der gewöhnlichen Zeit nicht verdaut.
Spinat, Sellerie (mit Ausnahme der Strünke), Spargel, Hopfen, Berghopfenkeime, Artischocken, aus verschiedenen Obstsorten bereitetes Muß, Brei von Getreidekörnern, Roggen, Gerste, Mais, Reis, Erbsen, Bohnen, Kastanien, einen Tag altes Brod, alle Art von Gebäck, das keine Butter enthielt, Rüben, Kartoffeln, arabisch. Gummi, Kalbfleisch, Huhn, junges Schöpsenfleisch, junges Flügelwerk, frisch gelegte und weich gesottene Eier, Kuhmilch und in Wasser gekochter mit Salz u. Petersilie versehener Barsch.	Rohe Kräuter des Salates, Huflattig, Löwenzahn, Brunnenkresse, Cichorie, Weißkohl, Mangold, gekochte und rohe Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, Fleisch des nicht saftigen Kernobstes, neugebackenes Brod, frische und trockene Feigen, Pasteten, Schweinefleisch und alle daraus bereiteten Speisen, gekochtes Blut, hartgesottene Eier und Eierkuchen.	Pilze im Allgemeinen, Morcheln, Trüffeln, welsche Nüsse, Haselnüsse, Mandeln, Pinien, Pistacien, Kerne von Rosinen, Birnen, Aepfel, Pommeranzen, Johannisbeeren, Citronen und Oliven, Cacaobohnen, ausgepreßte fette Oele von Nüssen, Mandeln, Haselnüssen u. Oliven, trockene Rosinen, Kämme von noch grünen Weintrauben, die Hülsen der Erbsen, der Bohnen, der Linsen, des Roggens und der Gerste, die Schoten von Erbsen u. Bohnen, die Haut der Kirschen, der Aprikosen, der Pflaumen, der Pfirsiche und der Pru-

[1]) Spallanzani, Versuch über das Verdauungsgeschäft, übersetzt von Michaelis. Leipzig, 1785. 8. S. 397—408.

Speisen.		
Leicht verdaulich, d. h. in 1 bis 1½ Stunden in einen Brei verwandelt.	Minder verdaulich, d. h. in 1 bis 1½ Stunden unvollkommen chymisicirt.	Innerhalb der gewöhnlichen Zeit nicht verdaut.
		nellen, die Schaale des Kernobstes, der Beeren, der Aepfel, der Birnen, der Johannisbeeren, der Stachelbeeren, der Pommeranzen, der Citronen, Orangeat, Citronat, die Samenbehälter der Birnen und Aepfel, die Kerne der Pflaumen und der Kirschen, die sehnigten und häutigen Theile des Rindes, des Kalbes, des Schweins, des Geflügels, des Rochens, die Knochen, die fettigen und öligten Substanzen dieser Thiere und das Eiweiß von hart gekochten Eiern.

Ein Zusatz von Oel machte alle Nahrungsmittel schwerer verdaulich. Waren Barsche gebraten oder mit Oel, Wein oder weißer Brühe zubereitet, so gingen sie schwieriger, als wenn sie nur in Wasser gesotten worden, in Speisebrei über. Sauerampfer verminderte die Verdaulichkeit des Spinates; Zucker und Zimmt dagegen beförderte die Löslichkeit des Aepfel-, Birnen- oder Pflaumenbreies. Schwarzes Brod leistete mehr Widerstand, als weißes, frisches mehr, als einen Tag altes, gesalzenes Gerstenbrod dagegen weniger, als ungesalzenes, und Buchweizenbrod mehr, als Brod von reinerem Mehl. Die Brodrinde ist nicht nach Gosse[1]) verdaulicher, als andere Brodtheile. Jüngere Thiere werden im Allgemeinen leichter, als ältere in Speisebrei verwandelt.

Lauwarmes Wasser, (größere) Säuremengen, gerbestoffreiche Körper, wie China, fette Speisen, die Abkochung von Bittersüß, mineralischer Kermes und Sublimat verzögern die Verdauung. Kochsalz, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, geringe Mengen von Branntwein, alter Käse, Zucker und verschiedene bittere Substanzen können den Einfluß der Magenthätigkeit beschleunigen.

676 Man sieht, daß sich die Schwerlöslichkeit des Lignin, das in der Oberhaut oder den Behältern und den Hüllen der Samen der Gewächse vorkommt, in den Versuchen von Gosse deutlich kund gab. Der Widerstand, den härtere Proteinmassen und zu reichliche Mengen von Knochen leisten, die breiartige Auflockerung des größten Theils der Stärkmehlspeisen und der Einfluß der dichteren Gerinnung des Eiweißes bestättigen sich

[1]) Gosse a. a. O. S. 406.

auch in diesem Falle. Wenn die gekochten Barsche nach Gosse zu der Reihe der leicht verdaulichen, die gekochten und gesalzenen Lachse dagegen zu den schwer zu bewältigenden Nahrungsmitteln gehören, so braucht dieses noch nicht von der Eigenthümlichkeit der beiden verschiedenen Fischgattungen abzuhängen. Die Art des Kochens kann die Abweichung bedingen. Es ist bekannt, daß häufig die Köche dem warmen Wasser, in dem Fische gesotten werden sollen, kaltes zusetzen, um eben eine zu starke Gerinnung der Proteinmassen zu verhüten.

677 Da freie und kohlensauere Alkalien die Säure des Magensaftes sättigen, so müssen sie eher die Verdauung hemmen, als befördern. Die kohlensaueren Verbindungen des Kali, des Natron, des Kalkes und Talkes dienen oft genug, den Wirkungen eines zu saueren Magensaftes entgegen zu arbeiten. Eine Gabe eines kohlensaueren Salzes wirkt jedoch nur augenblicklich. Die später abgesonderte Flüssigkeit ist, wie gewöhnlich, sauer. Nahm Reuß [1]) fünf Grau eines alkalischen Salzes, verzehrte dann Rindfleisch, Erbsen, Brod und Bier und brach das Genossene drei Stunden später von Neuem aus, so hatte es einen saueren Geschmack und röthete den Aufguß der blauen Glockenblumen.

Ist der Magensaft sehr sauer und besitzt er selbst diese Eigenschaft außerhalb der Verdauungszeit, so schadet er leicht durch seine ätzenden Wirkungen. Man weiß noch nicht, ob dieser Zustand allein oder eine gleichzeitige Veränderung der organischen Bestandtheile das Leiden, das die Medicin als Folge von Magensäure ansieht, begleitet. Skrophulöse Kinder, hysterische Frauen, Schwangere, Hypochondristen, Menschen, die eine üppige Diät führen und viel sitzen, Personen mit organischen Fehlern des Magens oder der übrigen bedeutenden Unterleibseingeweide, Skorbutische und andere Kranke kratzen bisweilen instinctmäßig den kohlensaueren Kalk von den Wänden oder nehmen Kreide oder Asche, um die Säure ihrer Magenabsonderung zu neutralisiren, zu sich. Der Arzt giebt kohlensauere Kalk- oder Bittererde, kohlensauere Alkalien und Krebssteine zu dem gleichen Zweck.

Es kann auch unter krankhaften Verhältnissen vorkommen, daß der Magensaft neutral oder selbst alkalisch ist. Dieses Leiden, das Thomson mit dem Namen der alkalischen Indigestion belegt, wird vorzüglich die Auflösung der dichten Proteinkörper hindern oder verzögern. Die Beschwerden, die jede Ueberfüllung des Magens erzeugt, müssen bald unter diesen Umständen nachfolgen. Befanden sich schwer verdauliche Massen längere Zeit im Magen, enthielt der des saugenden Kalbes Heu oder der der Taube geronnenen Faserstoff, so wurde der Magensaft nach Eberle im Anfange neutral und später sogar stark alkalisch. Tiedemann und Gmelin [2]) fanden den Mageninhalt von Hunden, die mit Stärke gefüttert werden, schwach sauer, Bouchardat und Sandras [3]) dagegen alkalisch. Der Speisebrei der Wiederkäuer ist nicht selten neutral oder alkalisch.

Die von den älteren Aerzten häufig vertheidigte Annahme, daß Galle in Folge von Aerger, Schreck, Kummer und Krampfzuständen in den Magen zurücktritt, die Verdauung stört und eine Indigestion erzeugt, ist weder bewiesen noch widerlegt. Man pflegt allerdings mehr Galle in dem Magen von Kaninchen, deren Balken oder Großhirnhemisphäre theilweise zerstört worden, anzutreffen. Ein Zusatz von Galle zu künstlicher Verdauungsflüssigkeit hemmt die Auflösung der Proteinkörper (§. 652.). Es liegen aber bis jetzt noch keine durchgeführten Untersuchungen, welche in dieser Beziehung die Verhältnisse des Menschen erläuterten, vor. Die gelbliche Farbe der in solchen Leiden er-

[1]) Spallanzani, a. a. O. S. 408.

[2]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, Die Verdauung. Zweite Ausgabe. Heidelberg, 1831. 4. S. 181. 183 u. 187.

[3]) Bouchardat und Sandras, in den Annales des sciences naturelles. Seconde Série Zoologie. Tome XVIII. Paris, 1842. 8. p. 233.

brochenen Massen, ihr bitterer Geschmack und das später zu erwähnende Verhalten zu Salpetersäure deuten darauf hin, daß ihnen ächte Gallenstoffe beigemengt sind.

Da wir häufig genug den verdorbenen Magen durch den Gebrauch des Salmiaks oder geringer Mengen von Säuren und Chlor wieder herstellen, so läßt sich vermuthen, daß nicht sowohl die wesentlichen organischen wirksamen Bestandtheile des Magensaftes, als die ihnen nothwendigen Unterstützungsmittel in dyspeptischen Zuständen verändert sind. Der üble Geruch, den der Athem verbreitet, deutet aber darauf hin, daß sich nicht die Störung einseitiger Weise auf die Säureverhältnisse der Magenabsonderung beschränkt.

678 Da man noch nicht den Mageninhalt von gesunden Menschen, die durch Unglücksfälle plötzlich umgekommen, zu genaueren, die Verdauung berücksichtigenden Beobachtungen benutzt hat, so müssen hier die an Thieren gewonnenen Erfahrungen die bestehenden Lücken ausfüllen. Eiweiß, Fleisch, so wie weichere Gewebe überhaupt, Faserstoff[1]) und Gallerte[2]) werden in dem Magen der Hunde in graue gallertige Massen verwandelt. Die neben ihnen vorhandene Flüssigkeit reagirt stärker sauer, als der Wasserauszug des Magens und giebt in der Siedhitze oder nach einem Zusatze von Mineralsäuren reichlichere weißgraue Niederschläge. Die Knorpel und die Knochen bleiben längere Zeit kenntlich. Die Fettmassen lassen sich noch im Ganzen oder in ihrer tropfenweisen Vertheilung wahrnehmen.

Die Pflanzenfresser haben häufig einen dichteren und härteren Speisebrei, weil ihm Verholzungsgebilde in reichlicher Menge beigemischt sind. Zartere Pflanzenzellen erweichen oft größtentheils im Magen. Das Blattgrün erblaßt häufig. Das Mikroskop zeigt uns nicht selten unversehrte oder zerbröckelte Stärkmehlkörner, die sich durch Jod bläuen.

679 Die Gährungserscheinungen, denen die Kohlenhydrate im Magen und in den übrigen Theilen des Nahrungscanales unterliegen, verfolgen bisweilen die gewöhnliche Bahn. Der Mageninhalt eines Pferdes, das mit stärke- oder zuckerreichen Speisen gefüttert worden, riecht oft deutlich nach Weingeist. Wir können zwar manches Mal Zucker, doch immer nur in verhältnißmäßig geringen Mengen, in dem Speisebrei der Pflanzenfresser nachweisen. Milchsäure oder eine durch Zink unlöslich werdende krystallinische Verbindung tritt sehr häufig hervor. Lösliche Stärke, die sich noch durch Jod bläut oder nicht, wird ebenfalls hin und wieder angetroffen. Bedenken wir aber, daß uns alle diese Merkmahle keinen deutlichen Begriff der hier eintretenden Veränderungen verschaffen, so können wir vielleicht mit Recht vermuthen, daß der Hauptumsatz der Kohlenhydrate aus einer Art von Gährung, welche die Chemie noch nicht in allen ihren Stufen verfolgt hat, hervorgeht. Viele Stärkmehlmassen und andere Amylonproducte treten übrigens in den Zwölffingerdarm über.

680 Der gewöhnliche Speisebrei, der durch den Pförtner geht, bildet eine zähe grauweiße schleimigte Masse, die mit mechanischen Resten unverdaulicher Speisetheile gemengt ist. Aendert auch die Verschiedenheit der Nahrung sein äußeres Ansehen in einem und demselben Thiere wenig ab, so

---

[1]) Bouchardat und Sandras, a. a. O. pag. 226—228.
[2]) Ebendaselbst pag. 230.

dürfen wir doch nicht hieraus auf eine chemische Gleichheit schließen. Da das vollkommen Verflüssigte im Magen selbst aufgesogen werden kann, so hat er einen geringeren Umfang und eine größere Dichtigkeit, als sich ohne den Einfluß dieses Zwischenfalles erwarten ließe.

681 Magengase. — Ist selbst völlig der Magen eines Pflanzenfressers mit festen Speisemassen gefüllt, so enthält er doch noch eine nicht unbedeutende Menge von Luft, die theils in den Spalträumen mechanisch gebunden, theils auf dem Wege der Absorption aufgenommen worden ist. Der Speichel führt immer einzelne Atmosphärenmassen hinab (§. 602.). Luft wird nicht selten verschluckt. Die Gährungsprocesse, die in dem Magen vorgehen, bilden nicht selten eine Quelle der Gasausscheidung (§. 386. und §. 380 fgg.). Man weiß endlich nicht, ob nicht in manchen Fällen die Magenhäute selbst Luftarten absondern.

Die Menge der Gase kann sich in der Trommelsucht des Magens in hohem Grade vergrößern. Kranke der Art entleeren oft reichliche Luftmassen, die unter lautem, brummendem und lange anhaltendem Aufstoßen heraufkommen. Eine selbstständige beträchtliche Gasausdünstung der Magenhäute könnte noch hier am ehesten angenommen werden. Sollte sie auch im gesunden Zustande vorhanden sein, so liefert sie jedenfalls keine beträchtlichen Mengen elastisch-flüssiger Verbindungen.

682 Will man die Gase des Magens oder anderer Theile des Nahrungscanales näher prüfen, so muß man zu diesem Zwecke, wo möglich, die Leichen gesunder Selbstmörder oder Hingerichteter benutzen. Nimmt man Personen, die an irgend einer Krankheit gestorben sind, hat der Magen 24 Stunden oder noch länger gelegen, so erhält man keine zuverlässigen Gasgemenge. Denn die abweichenden Zustände der letzten Lebenstage und die Selbstzersetzung nach dem Tode können in dieser Hinsicht die durchgreifendsten Veränderungen nach sich ziehen.

683 Wir werden später sehen, daß das Blut, wo es mit der Luft in Berührung kommt, Kohlensäure auf dem Wege der Diffusion abgiebt und Sauerstoff aufnimmt (§. 1406.). Verschlucken wir also auch reine Atmosphäre, so wird sie sich binnen Kurzem verändern. Gähren die Speisen im Magen, so können sie noch Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser und Kohlenwasserstoff hinzufügen. Dieser Fall wird jedoch seltener eintreten, weil die Lösung der Proteinkörper mit keiner Luftentwicklung verbunden ist (§. 656.) und häufig die Stärke in Zucker oder Milchsäure ohne den Beitritt von Atmosphäre übergeht. Kohlensäure muß noch am leichtesten frei werden.

684 Die wenigen Untersuchungen, die bis jetzt in dieser Art vorliegen, bestättigen diese Voraussetzungen. Wir dürfen jedoch dabei nicht übersehen, daß die Beobachtungen nach den älteren eudiometrischen Methoden angestellt sind. Die Procente des Sauerstoffes und der Kohlensäure haben daher keinen solchen Grad von Schärfe, daß sie ferneren Rechnungen mit Sicherheit zum Grunde gelegt werden können.

Die neueren Vorschriften, die physiologisch wichtigeren Gase zu bestimmen, werden in der Lehre vom Athmen mitgetheilt werden.

Vergleichen wir die Zusammensetzung der Magengase mit der der reinen Atmosphäre, so erhalten wir: 685

Gas.	Volumenprocente.				Beobachter.
	der Kohlensäure.	des Sauerstoffes.	des Stickstoffes.	des Wasserstoffes.	
Reine Atmosphäre	0,05	20,78	79,17	unsichere Spuren	Ich.
Magengas der (verhältnißmäßig älteren) Leiche	25,2 bis 27,8	8,0 bis 13,0	66,8 bis 59,2	Spuren	Chevillot [1]).
Magengas eines Hingerichteten	14,00	11,00	71,45	3,55	Magendie u. Chevreul.

Die Kohlensäure hatte daher in jedem Falle in dem Magengase beträchtlich zu- und der Sauerstoff abgenommen. Halten wir uns an die Erfahrungen von Magendie und Chevreul als die sichereren, so waren nur 9,78% Sauerstoff statt der überschüssigen 13,95% Kohlensäure verschwunden. Da aber ein Volumen Sauerstoff einem Volumen Kohlensäure entspricht, so mußten die 4,17% Kohlensäure, die übrig bleiben, durch die Gährung der Speisen oder auf irgend einem anderen Wege hinzugekommen sein. Der verhältnißmäßig beträchtliche Wasserstoffgehalt deutet auf die durch die Selbstzersetzung der Speisen bedingte Wasserzerlegung als seine Ursprungsquelle hin. Ein Theil desselben kann übrigens schon auf dem Wege der Diffusion davongegangen sein.

Wechselwirkung der Magenverdauung und der übrigen Körperzustände. — Wir haben schon früher gesehen, wie die Füllung des Magens mit reichlichen Mengen von Nahrungsmitteln ein unangenehmes Gefühl der Spannung erzeugt und die Mechanik der Athmung beeinträchtigt (§. 471.). Treten dann die aufgelösten Verbindungen in das Blut über, so wird dieses mit nahrhaften Stoffen gesättigt. Es sucht sich daher des Ueberschusses so bald als möglich zu entledigen. Die ausgeathmete Luft führt mehr Kohlensäure und der Harn, wenn es angeht, größere Stickstoffmengen, vorzüglich durch seinen Harnstoff ab. Da aber im Anfange die Einnahme den Absatz übertrifft, so beschwert die üppige Blutmasse die zarteren Werkzeuge unseres Körpers. Der Kopf wird eingenommener und der Mensch zu schweren Arbeiten und zu anstrengendem Denken untauglich. Die Sehnsucht nach Ruhe und Schlaf unterdrückt leicht jeden Thätigkeitstrieb. 686

Der kräftige Handwerker, der bald nach der Mahlzeit an die Arbeit geht, entfernt diese Nachtheile durch die reichlicheren Ausgaben, die seine angestrengte Muskelthätigkeit fodert. Menschen, die eine sitzende Lebensweise führen, suchen das Gleiche auf anderen Wegen zu erreichen. Die kleinen 687

[1]) J. Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. Uebersetzt von Wöhler. Jahrgang X. Tübingen, 1831. 8. S. 247.

Mengen Branntwein oder starker Weine, die Manche am Ende des Mahles nehmen, reizen nicht bloß den Magen, sondern auch das Nervensystem. Der Kreislauf wird lebhafter und die Verbrennung des Ueberschüssigen rascher vollendet. Der schwarze Kaffe wirkt nicht bloß als aromatisches Mittel, sondern entfernt auch die Neigung zum Schlafe. Wie die Folgen einer reichlichen Mahlzeit in ihren nervösen Beziehungen an eine gelinde Opiumvergiftung erinnern, so haben wir auch das gleiche Gegenmittel für beide Fälle (§. 476.).

Der Kreislauf verstärkt sich nur in unmerklicher Weise in gesunden Menschen. Kranke dagegen zeigen häufig stürmischere Auftritte Herzklopfen und Blutandrang nach einzelnen Organen kommen oft in nervenschwachen Personen vor. Zarte Naturen und Menschen, die an Schwindsucht oder Auszehrung leiden, werden nicht selten roth und schwitzen viel. Ihre Wärme erhöht sich oft in auffallender Art; die Handteller und die Fußsohlen brennen, wie in einem Fieberkranken. Eine Beschleunigung des Pulses pflegt diesen Zustand zu begleiten.

Einzelne krankhafte Zustände können schon den Genuß geringer Speisemengen beschwerlich machen (Vgl. §. 472.). Hysterische haben oft ein Gefühl von Blähung oder Nagen und Brennen, wenn ihr Magen in Anspruch genommen wird. Die Beschwerden vermehren sich, so lange die ohnedieß träge Stuhlentleerung ausbleibt. Kräftige Männer können bisweilen die gewohnten starken Speisen ohne Nachtheil verdauen. Nehmen sie aber selbst leichte Nahrungsmittel in den Zwischenzeiten, so fühlen sie sich auf der Stelle unwohl (Fueter). Ist der Magen erweicht oder entartet, so werden nicht nur leichtere Speisen durch Erbrechen ausgeworfen, sondern sie erzeugen auch Schmerzen, Krämpfe und andere allgemeine Leiden.

688 Der von Beaumont beobachtete, mit einer Magenfistel behaftete Mann litt häufig an einer krankhaften Störung der Magenschleimhaut, welche die Verdauung verlangsamte, sich aber nicht durch ausgedehntere Merkmahle zu erkennen gab. Gekochtes Rindfleisch und gebratenes Hammelfleisch wurden dann in 4 statt in 3½ und frisches Kalbfleisch in 4¾ statt in 4 Stunden verdaut. Etwas Aehnliches kann vielleicht auch in vollkommen gesunden Menschen vorkommen und den Grund zu manchen sonst unerklärlichen Verdauungsbeschwerden legen.

689 Soll der Magen ungestört arbeiten, so darf keine unpassende Stellung seine freie Wirksamkeit beeinträchtigen. Schreiben wir unmittelbar nach Tische und sitzen dabei mit vorgebogenem Körper, so fühlen wir bald eine gewisse Unbehaglichkeit im Unterleibe. Aufstoßen, Zungenbelag, Uebelkeit und Durchfall können hin und wieder nachfolgen. Liegt der Magen eines Menschen, der einen Zwerchfellbruch hat, in der Brusthöhle, so verdaut er auch oft schlechter.

690 Große Mengen kalter Substanzen stören die Magenthätigkeit; kleine dagegen können sie eher befördern. Man verdirbt sich daher leicht, wenn man bedeutendere Portionen Eis nach dem Essen zu sich nimmt. Wenig Fruchteis regt leichter den Magen in zweckmäßiger Weise an.

691 Das Nervensystem vermag die Verdauungsthätigkeit wesentlich zu ändern. Verlangsamt es aus irgend einem Grunde die Magenbewegung, so wird hierdurch sogleich die Lösung der Speisen verzögert (§. 641.). Eine frohe Stimmung, die sich innerhalb mäßiger Grenzen hält, begünstigt die Verdauung. Plötzliche Freude, Schreck, Kummer, Aerger und andere heftige Gemüthsbewegungen stören sie nicht selten. Personen, die in drückenden

Verhältnissen leben, unterliegen häufiger Beschwerden dieser Art. Wir werden überhaupt in der Lehre von dem Nervenleben zu sehen Gelegenheit haben, wie sehr der Magen mit den Centraltheilen des Nervensystems in Verbindung steht und welche reichliche Quelle von Veränderungen aus diesem Verhältnisse hervorgeht.

Dünndarmverdauung. — Der Speisebrei, der die Pförtnerklappe überschreitet, enthält die Reste der schwer löslichen Proteinkörper und Kohlenhydrate, den größten Theil der Lignin- und der Horngewebe, die Fette und andere dem Magen widerstehende Verbindungen. Das Ganze wird von einer meist grauweißen schleimigten Masse eingehüllt. Es ist in der Regel sauer, seltener neutral. 692

Dreierlei verschiedene Mischungen, der Darmschleim, die Galle und der Bauchspeichel erwarten den Chymus in den dünnen Gedärmen. Was man Darmschleim nennt, ist ein Gemenge von mannigfachen Absonderungen, die nach Verschiedenheit der Darmtheile wechseln. Da nur die Lieberkühnschen Drüsen in der ganzen Länge des dünnen Darmes vorkommen und die Schleimhaut überall, wenn man von dem Formenwechsel der Zotten absicht, die gleiche Beschaffenheit darbietet, so können nur die Erzeugnisse dieser beiden Gebilde an allen Orten übereinstimmen. Die zahlreichen Brunner'schen Drüsen des Zwölffingerdarmes müssen hier eine besondere Mischnng hinzufügen. Es wäre möglich, daß die vereinzelten geschlossenen Bläschen, die als sogenannte solitäre Drüsen in der Schleimhaut der dünnen Gedärme zerstreut sind und deren Vorkommen von Leiche zu Leiche wechselt, ähnliche Rollen übernehmen. Da die Kapseln der Peyerschen Drüsen des Krummdarmes denselben Bau, wie die zuletzt erwähnten Gebilde darbieten, die ihren Umkreis begrenzenden Röhrchen dagegen als veränderte Lieberkühnsche Drüsen angesehen werden können, so ist es denkbar, daß sich die Masse, die sie liefern, durch keine wesentlichen Mischungsmerkmahle auszeichnet. 693

Läßt man aber auch diese Verhältnisse unberücksichtigt, so bleibt es unmöglich, den Darmschleim in genügender Weise zu prüfen, weil er selbst in dem hungernden Thiere mit Galle und Bauchspeichel vermengt ist. Der Ueberzug des oberen wagerechten Theiles des Zwölffingerdarmes röthet in der Regel Lacmuspapier. Die freie Säure erhält sich meist in dem obersten Theile der dünnen Gedärme und ändert die Galle in merklicher Weise um. Die Reaction des übrigen Dünndarmes wechselt nach Verschiedenheit der Verhältnisse. Er bewahrt bisweilen seine sauere Beschaffenheit in Fleischfressern bis in den Krummdarm hinein. Pflanzenfresser dagegen, wie das Pferd oder das Schaaf, haben hier nicht selten eine neutrale oder alkalische Absonderung. Selbst dem Dickdarm nahe Theile der dünnen Gedärme von Kaninchen können aber auch noch Lacmus röthen. Der Krummdarm des Menschen reagirt in der Regel schwach alkalisch. 694

Obgleich die Galle ihrem äußeren Ansehen nach eine einfache mit Schleim vermischte Flüssigkeit zu sein scheint, so haben doch die vielen vergeblichen Bemühungen der neuern Chemiker, auf die wir in der Absonderungslehre 695

zurückkommen werden, deutlich dargethan, daß man sich noch keine genügende Vorstellung von ihrer Mischung und ihrer Wirkung machen kann. Man nimmt häufig an, das sie eine stark alkalische Reaction besitzt. Die gesunde Galle ist aber in der Regel neutral oder in geringem Grade alkalisch. Sie erhält nur in seltenen Fällen von Leberleiden schwache sauere Eigenschaften.

696 Ihr Rückstand beträgt 7 bis 12,4%. Bestimmungen der Art unterliegen meist vielen Schwierigkeiten. Höhere Wärmegrade entführen leicht Ammoniak und andere flüchtige Verbindungen; niedere dagegen lassen Wasser in der übrigbleibenden Masse, die zähe und hygroskopisch ist, zurück. Selbst das Austrocknen mit Schwefelsäure erfordert viele Vorsicht.

697 Die Aschenbestandtheile der Rindsgalle betragen nach Berzelius $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$, nach Thenard $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{9}$ und nach Kemp $\frac{1}{14}$ der organischen Verbindungen. Sie enthalten Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaueres Natron, schwefelsauere Alkalien und phosphorsauere Verbindungen des Kalkes, des Talkes und des Eisens. Obgleich der reiche Schwefelgehalt der Galle manche künstliche Salze bei dem Verbrennen erzeugen muß und deshalb die Analysen der feuerbeständigen Elemente unsicher bleiben, so lehren sie doch wenigstens so viel, daß das Natron, sei es als Kochsalz oder in anderen Formen, in verhältnißmäßig bedeutender Menge vorhanden ist.

698 Die iatrochemische Schule des siebzehnten Jahrhunderts betrachtete die Galle als eine natürliche Seife, d. h. als ein Alkalisalz, dessen Säure zu den Fettkörpern gehört. Die neueren Untersuchungen von Liebig und dessen Schülern unterstützten die gleiche Vorstellung. Man glaubte die Fettsäure in der Cholein- und in verschiedenartigen Gallensäuren gefunden zu haben. Die schnelle Zersetzung der Galle machte es aber bis jetzt unmöglich, zu vollkommen abgeschlossenen Ergebnissen zu gelangen. Die Masse ändert sich schon durch die Wirkung des beigemengten Schleimes, durch mehrstündiges Stehen und verhältnißmäßig schwache Reagentien. Die Galle tritt vielleicht schon in verändertem Zustande in den Darm; sie wird aber hier jedenfalls durch Darmschleim und die Speisereste zerlegt. Ammoniak und ein eigener, sehr schwefelreicher organischer Körper, das Taurin, kommen dann häufig unter den künstlichen Verhältnissen unserer Laboratorien zum Vorschein.

Die Chemie giebt außerdem manche Gemengkörper, die in der Galle vorhanden seien, an. Ein besonderer Farbestoff, Gallenfett und fettsauere Salze werden in dieser Hinsicht in der Regel angeführt.

699 Die Aehnlichkeit, die der Bau des Pankreas und der Mundspeicheldrüsen darbietet, läßt auf den ersten Blick schließen, daß aus ihnen verwandte Absonderungen hervorgehen werden. Rechtfertigt sich auch diese Vermuthung in mancher Beziehung, so zeigen sich doch einzelne, nicht unbedeutende Unterschiede. Tiedemann und Gmelin u. C. H. Schultze fanden, daß der Bauchspeichel des Hundes, des Pferdes und des Schaafes in geringem Grade sauer war. Zerrührte ich das Pankreas einer frisch geschlachteten Kuh mit destillirtem Wasser, so röthete die Mischung das

Lacmuspapier, wenn es mit ihm einige Augenblicke in Berührung gewesen, nicht aber in dem ersten Moment. Mayer, Magendie, Lewret, Lassaigne, Hünefeld und Pudon dagegen schreiben eine alkalische Beschaffenheit dem Bauchspeichel zu. Bouchardat und Sandras[1]), welche die Flüssigkeit aus dem lebenden Huhne auffingen, bemerkten eine nur schwache Alkalescenz

Scheint schon hiernach die Reaction des Pankreassaftes nach Verschiedenheit der Verhältnisse zu wechseln, so erhellt das Gleiche aus manchen an lebenden Thieren angestellten Versuchen. Führten Tiedemann und Gmelin[2]) ein Röhrchen in den Bauchspeichelgang des Hundes ein, so kam im Anfange eine sauere und später eine schwach alkalische Mischung hinab. Vergleicht man dieses Ergebniß mit den §. 583. angeführten Thatsachen, so kann man vermuthen, daß der Bauchspeichel zur Zeit der Ruhe Lacmus röthet. Es läßt sich aber für jetzt kaum entscheiden, ob ihn die Qual des Versuches und der Einfluß der Dünndarmverdauung alkalisch machen.

700 Ein großer Reichthum an organischen Stoffen bildet ein wesentliches Merkmahl des Pankreassaftes. Während sich ungefähr in der Mundflüssigkeit die feuerflüchtigen Körper zu den Aschenmengen = 1 : 12 verhalten, fanden Tiedemann und Gmelin 1 : 4,44 bis 1 : 4,76 für den Bauchspeichel. Der regelrechte Mundspeichel führt keine irgend beträchtliche Mengen von Eiweiß. Hält man sich an die Beobachtungen von Tiedemann und Gmelin, so führten 8,72% des festen Rückstandes des freilich mit etwas Blut vermischten Bauchspeichels des Hundes 3,73% Albumin. Der des Schaafes enthielt 2,25% Eiweiß auf 3,65% organischer Stoffe. Verdünnten jene Forscher die Mischung, die sie aus dem Pferde sammelten, mit Wasser, so trübte sie sich in der Siedhitze und wurde durch Sublimat weiß und durch Galläpfeltinctur gelblich weiß niedergeschlagen. Eisenkaliumcyanür fällte die essigsauere Flüssigkeit in reichlichem Maaße. Die organischen Proteinkörper müssen daher die Wirksamkeit des Bauchspeichels in hohem Grade bestimmen.

701 Betrachten wir zunächst die äußeren Erscheinungen des Darmbreies, so sehen wir, daß er nach und nach seine Farbe im Laufe der dünnen Gedärme wechselt. Die Massen, die sich noch in dem oberen wagerechten Theile des Zwölffingerdarmes befinden, sind in der Regel grau oder seltener gelblich weiß. Wurden sie in dem absteigenden Stücke des Zwölffingerdarmes mit Galle verknetet, so erscheinen sie mehr oder minder gelb gefärbt. Die einzelnen Galletropfen sind in der zähen schleimigten Masse mikroskopisch vertheilt. Größere angehäufte Mengen pflegen nur nach anhaltendem Hungern und in verschiedenen Krankheitszuständen vorzukommen. Die gelbe Farbe geht aber bald in's Grünliche und nicht selten in ein vollkommenes Zeisiggrün über. Vermischen wir aber Galle mit geringen

---

[1]) Bouchardat und Sandras, in den Comptes rendus de l'Académie. Tome XX. Paris, 1845. 4. p. 1088.

[2]) Tiedemann und Gmelin, a. a. O. Bd. I. S. 30. 31.

Mengen von Säuren, so erhalten wir das gleiche Ergebniß. Wir können daher die Erscheinung aus der freien Säure des hinabgeführten Speisebreies, des Darmschleimes und, wenn er vorhanden ist, des Bauchspeichels herleiten.

Filtrirt man warme Rindsgalle und versetzt sie mit $\frac{1}{100}$ Salzsäure, so wird die dunkelgrüne Flüssigkeit heller. Weißliche bis gelbgrünliche Flocken bleiben oft mechanisch vertheilt und setzen sich später zu Boden. Nimmt man selbst nur $\frac{1}{300}$ Säure, so erzeugt sich schon eine merkliche Fällung. Sie vermehrt sich noch ansehnlich bei dem Erwärmen und zwar vorzüglich in der Nähe des Siedepunktes. Ist auch noch die Galle frisch, so giebt ein darüber gehaltener mit Salzsäure befeuchteter Glasstöpsel das entweichende Ammoniak durch die Bildung von Salmiakdämpfen zu erkennen.

Aehnliche Eigenschaften hat die Galle des Schweines, die mehr Schleim als die des Rindes bei dem Erkalten absetzt, bei dem Erwärmen aber wieder vollkommen klar wird. Essigsäure schlägt aus ihr gelblich grüne häutige Massen in der Kälte nieder. Die Flüssigkeit kann nach einem hinreichenden Säurezusatze vollkommen farblos werden. Hat man die Galle erwärmt, so erhält man oft den Niederschlag in der Form körniger Flocken. Schüttelt man das Ganze, so gleicht es seinem äußeren Ansehen nach dem weicheren Inhalt der dünnen Gedärme in hohem Grade. Die Galle des Menschen, die selbst nach dem Erwärmen oder Kochen, wenn sie sehr schleimig ist, trüb bleibt, verhält sich ähnlich gegen Säuren.

Bereitet man sich eine künstliche Verdauungsflüssigkeit, indem man Stücke der Magenschleimhaut schwach angesäuertem Wasser Preis giebt, läßt sie bei 24°—40° C. stehen, bis die Säure durch die Auflösung der Magenhäute erschöpft ist und filtrirt das Ganze, so trübt die frische Rindsgalle die klare neutrale und weingelbe Flüssigkeit, die durchgegangen ist, nicht. Die Mischung bleibt selbst bei dem Kochen hell und ändert sich nicht, wenn man neue, nicht angesäuerte Verdauungsflüssigkeit zusetzt. Der Galleniederschlag entsteht also nicht durch die organischen Contactkörper des Magensaftes.

Säuert man dieselbe Verdauungsflüssigkeit, die früher auf dem Wege der Auflösung von Proteinkörpern erschöpft worden, mikrolytisch an und läßt sie 24 Stunden Eiweißwürfel angreifen, so schlägt sich die Galle in der früher erwähnten Weise, sobald nur noch freie Säure vorhanden ist, nieder. Das frisch angesäuerte Verdauungswasser wirkt natürlich noch stärker.

Da nun der Speisebrei, der in den Zwölffingerdarm gelangt, sauer zu sein pflegt, so erklärt sich hier die gleiche Veränderung der Galle, die der lebende Darm darbietet. Wäre aber auch die Säure des Magensaftes erschöpft, so müßte der sauere Schleim des oberen Theiles der dünnen Gedärme den gleichen Erfolg veranlassen. Organische Säuren können hier gleich mineralischen wirken. Ein Zusatz von $\frac{1}{50}$ sogenannter concentrirter Essigsäure gab mir einen Niederschlag, der sich bei dem Schütteln von Neuem auflöste. Betrug dagegen die hinzugefügte Säure $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$, so blieb die Fällung für immer zurück.

Die Salze des Magensaftes, des Speisebreies und des Darmschleimes sind nicht im Stande, die freie Säure zu ersetzen. Chlornatrium und Chlorammonium erzeugen keinen der erwähnten Galleniederschläge.

Versetzt man die durch Säuren gefällte Galle mit kohlensauerem Kali, so löst sich wieder Alles auf, wenn das Alkali in hinreichender Menge hinzugefügt worden. Geringere Quantitäten dagegen lassen eine Trübung oder einen Niederschlag zurück. Die Lösung wird durch die Erwärmung befördert und kommt überhaupt leichter zu Stande, wenn man Essig-, als Chlorwasserstoffsäure angewandt hat. — Bleibt die Alkalescenz der späteren Darmtheile in mäßigen Grenzen eingeschlossen, so wird sich auch noch die Gallefällung erhalten, sonst dagegen verflüssigen.

702 Die inneren Veränderungen des Speisebreies können weit schwerer ermittelt werden. So viele einzelne Beobachtungen auch in dieser Hinsicht vorliegen, so wenig lassen sie sich zu einem zusammenhängenden Ganzen verbinden. Die Chemie kennt wahrscheinlich selbst noch nicht alle Arten von Selbstzersetzung, auf denen die Dünndarmverdauung beruht.

Die freie Säure des Schleimes, der den Zwölffingerdarm und den Leerdarm bekleidet, kann vielleicht die Thätigkeit des Magensaftes ergänzen. Dünndarmstücke eignen sich oft zur Bereitung der künstlichen Verdauungsflüssigkeit. Der (wohlausgewaschene und von allem anhaftenden Speisebrei befreite?) Dünndarm des Schweines brachte nach Hünefeld die Milch zum Gerinnen; der des Hundes und des Menschen dagegen besaß die Eigenschaft nicht. Es gelang mir jedoch auch den Käsestoff durch menschliche Dünndarmschleimhaut niederzuschlagen (§. 768.). Da nun einzelne Bruchstücke stärker geronnener Proteinkörper ungelöst den dünnen Gedärmen überliefert werden, so unterliegen sie vielleicht hier den Kräften des Darmsaftes, die sich in unseren künstlichen Versuchen geltend machen. 703

Manche Forscher glaubten auch ein Auflösungsmittel der dichteren Proteinverbindungen in der Galle zu finden. Hünefeld [1]) giebt an, daß sie die Schaale der Blutkörperchen, den weicheren geronnenen Faserstoff des venösen Blutes und den dichteren der Entzündungshaut chemisch aufnimmt, rohes und gekochtes Fleisch kräftig angreift und vor Allem den geronnenen Käsestoff der Milch verflüssigt. Meine Beobachtungen führten jedoch zu keinen so entscheidenden Ergebnissen. Die Menschengalle bemächtigte sich zwar eines großen Theiles der Substanz der Blutkörperchen des Frosches, verflüssigte aber nicht den geronnenen Faserstoff. Eiweiß und Fleisch und meist auch der Käsestoff widerstanden mit vieler Hartnäckigkeit. Der Schleim, den die Galle enthält, übt vielleicht in dieser Hinsicht einen bedeutenden Einfluß aus. Schweinsgalle kann daher kräftiger als Rindsgalle wirken. Das Ammoniak, das sich aus der alten Galle entbindet, muß den Einfluß unterstützen. Platner [2]) läugnet ebenfalls, daß die Galle so kraftvolle Wirkungen in dieser Hinsicht besitze und Hoffmann [3]) kam im Wesentlichen zu den gleichen Resultaten. 704

Die Galle löste nach Hünefeld das Faserstoffgerinsel des Blutes in ¼ bis ½ Stunde bei 35° bis 37°5 C. und nahm sogar den durch Weingeist oder eine organische Säure niedergeschlagenen Käsestoff der Milch oder den Käse, der sich aus ihr absetzt, binnen wenigen Minuten ohne Trübung auf. Reibt man die letztere Art von Casein mit Galle zu einem Brei zusammen, so löst sich dieser vollständig in Wasser. Die Flüssigkeit ist im Anfange etwas trüb, klärt sich aber bei dem Stehen, hellt sich bei dem Erhitzen schnell auf, setzt an der Oberfläche einen größtentheils aus Butter bestehenden Rahm ab und trübt sich nicht bei dem Erhitzen — eine Erscheinung, die auch andere Käsestofflösungen darbieten. Essigsäure schlägt mit Choleinsäure gemengtes Casein nieder. Zerriebenes frisches und gekochtes Fleisch oder die zerhackte Entzündungshaut wird binnen wenigen Stunden durch Galle aufgelöst. Die Flüssigkeit gerinnt durch das Kochen und ein Zusatz von schwefeliger Säure schlägt choleinsäurehaltigen Faserstoff nieder. Die Galle greift dagegen pflanzliches und thierisches Eiweiß schwer an und löst nur theilweise den Kleber, wenn er selbst vorher seine Zähigkeit durch Speichel verloren hat. Wurde die Galle mit zerhacktem Fleische, das an destillirtes Wasser, an Wasser, das mit geringen Mengen von Milchsäure versetzt worden oder an Magensaft nichts mehr abgab (?), unter Wasserzusatz verknetet, so nahm sie noch merkliche Mengen auf. Ihre Lösungskräfte

---

[1]) Fr. C. Hünefeld, Chemie und Medicin etc. Berlin, 1841. 8. S. 105.
[2]) E. A. Platner, Ueber die Natur und den Nutzen der Galle. Eine chemisch-physiologische Abhandlung. Heidelberg, 1845. 8. S. 124.
[3]) Hoffmann, in Haeser's Archiv. Jena, 1844. 8. S. 171.

wirken in allen Fällen rascher, wenn man die in kleinen Mengen bereitete Mischung zwischen zwei verlackten Glasplatten aufbewahrt. So weit die Angaben von Hünefeld.

Die Galle des Ochsen, des Schweines und des Menschen lieferten mir weniger entscheidende Resultate. Filtrirte ich noch warme Rindsgalle, die ohnedieß nicht viel Schleim bei dem Erkalten abzusetzen pflegt, ließ dann Eiweißwürfel drei Stunden lang bei 30° bis 40° C. stehen und setzte sie später ½ Stunde einer noch höheren Hitze aus, so zeigte sich keine weitere Veränderung, als daß das Albumin grüngelblich und biegsam war. Die Siedhitze änderte nicht die klar gebliebene Galle in einer äußerlich merklichen Weise.

Wurden rohes Pferdefleisch und gekochtes Rindfleisch mit filtrirter Rindsgalle mehrere Tage digerirt, so hatte nicht ihr Umfang wesentlich abgenommen Die Muskelfasern und das sie verbindende Zellgewebe behielten ihre Festigkeit und Zähigkeit. Die abfiltrirten Flüssigkeiten gerannen nicht bei dem Kochen; die, welche auf das Pferdefleisch gewirkt hatte, schien sich höchstens in geringem Grade zu trüben.

Würfel von Schweizer-Kuhkäse wurden durch die anhaltende Digestion mit filtrirter Ochsengalle weicher; sie schienen vielleicht zum Theil etwas angefressen zu sein und hatten eine gelbgrüne Farbe angenommen. Parallelstückchen, die mit Wasser unter den gleichen Verhältnissen behandelt wurden, verloren die gelbe Färbung vorzüglich an den Rändern und glichen hier dem äußeren Ansehen nach geronnenem Eiweiß. Mit angesäuerter Verdauungsflüssigkeit behandelte Käsewürfel waren sehr weich und an einzelnen Stellen deutlich angegriffen. Die Flüssigkeit, auf deren Oberfläche zahlreiche Oeltropfen schwammen, wurde nicht durch Essigsäure, die auch das Filtrat der bloßen Verdauungsflüssigkeit in keiner wesentlichen Weise änderte, niedergeschlagen. Die Galle dagegen, die Käse aufgelöst hatte, bildete mit ihr eine Fällung: es ließ sich jedoch nicht bestimmen, ob diese von dem Niederschlag, den Essigsäure in filtrirter Rindsgalle erzeugt, wesentlich abwich. Wurde der Käsestoff der Kuhmilch durch Essigsäure zur Gerinnung gebracht, das Ganze filtrirt, der dichte Rückstand ausgewaschen und das so erhaltene unreine Casein mit filtrirter Rindsgalle angerührt, so hatte sich der größte Theil nach vierstündiger Digestion im Warmen nicht aufgelöst. Essigsäure fällte dann die abfiltrirte Galle in geringem Grade.

Die Schweinsgalle, deren ich mich in einer anderen Versuchsreihe bediente, war warm, wie sie von dem eben getödteten Thiere kam, vollkommen klar. Sie setzte aber eine um so größere Menge von Schleim, je mehr sie erkaltete, ab. Eine gelinde Erwärmung ließ Alles wieder auflösen. Eiweißwürfel, die in ihr vier bis fünf Stunden digerirt worden waren, hatten noch ihre scharfen Kanten behalten. Die Flüssigkeit selbst dagegen war trüb geworden. Ihr vollkommen helles Filtrat setzte in der Siedhitze keine Spur eines Niederschlages ab. Wurde Essigsäure so lange, als noch eine Fällung entstand, hinzugefügt, so hatte im Anfange Eisenkaliumcyanid keine Wirkung auf die fast farblose übrige Flüssigkeit; es erzeugte sich höchstens eine schwache Trübung, deren Flöckchen sich nach und nach niedersenkten. Sauere Verdauungsflüssigkeit, die Eiweiß in reichlicher Menge aufgelöst hat, bildet ein starkes Präcipitat mit Eisenkaliumcyanid.

Wurde gekochtes Rindfleisch mit filtrirter Schweinsgalle in einem Mörser zerrieben, verdünnte ich hierbei das Ganze mehrere Male mit Galle und ließ es dann in der Wärme Stunden lang digeriren, so blieb das Fleisch unaufgelöst. Es war, wie es schien, etwas zäher und fester, wenn der Versuch mit filtrirter, als wenn er mit unfiltrirter, aber von Neuem erwärmter Schweinsgalle angestellt worden war. Die endlich durch mehrfaches Filtriren klar erhaltene Flüssigkeit änderte sich nicht bei dem Kochen und wurde durch Essigsäure in denselben häutigen Flocken, wie sie dann in der filtrirten Galle auftreten, niedergeschlagen.

Schüttelte ich den durch Essigsäure aus frischer Kuhmilch dargestellten Käsestoff mit frischer und noch warmer Galle, so schien er sich ein Mal vollständig aufzulösen. Hatte die Flüssigkeit 5 bis 10 Minuten im Sandbade gestanden, so wurde sie ganz hell und erhielt fast die Färbung des Biers. Alle nachfolgenden Versuche, die ich mit filtrirter oder von Neuem erwärmter Galle machte, fielen jedoch unglücklicher aus. Schüttelte ich das niedergeschlagene Casein mit filtrirter Galle, so bildete sich eine unklare Mischung, die sich auch nicht in der Siedhitze aufhellte. Wurde sie mit vielem Wasser verdünnt, so blieb sie noch 5 Tage lang trüb; sie bedeckte sich mit einem Häutchen, roch aber nicht faulig. Die Mischung desselben Casein mit einer Auflösung von kohlensauerem Kali verhielt sich in ähnlicher Weise.

Hatten Käsewürfel 24 Stunden lang und zwar zum Theil in der Digestionswärme

verweilt, so waren sie weich und schmierig. Das weingelbe Filtrat behielt seine Klarheit in der Siedhitze. Essigsäure erzeugte einen Niederschlag, der sich in einem Ueberschuß von Säure auflöste. Diese essigsauere Flüssigkeit wurde im Anfang durch Eisenkaliumcyanid schwach getrübt und setzte nach 24 Stunden eine unbedeutende Fällung ab.

Die sehr schleimige Galle eines Mannes, der nach der Resection des Oberschenkelkopfes gestorben war, enthielt auch noch nach dem Erwärmen so viel Schleim, daß ich sie mit der gleichen Menge Wassers bei dem Filtriren verdünnen mußte. Das dunkelbraungelbe klare Filtrat entließ Salmiakdämpfe, so wie ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstöpsel darüber gehalten wurde; es führte daher Ammoniak, das durch die Zersetzung der Galle entstanden war. Es reagirte kaum alkalisch auf Curcuma- oder auf geröthetes Lacmuspapier. Wurde es mit geronnenem Froschblute vermischt, so bildete sich im Anfange eine trübe Flüssigkeit. Sie hellte sich jedoch, nachdem sie 1/4 Stunde im Kalten gestanden, auf und nahm die Farbe des Bieres an. Ihre größte Menge erschien unter dem Mikroskope klar; einzelne sparsame spindelförmige und röthlichgelbe Körperchen, die einen von einem hellen Hofe umgebenen Kern enthielten, ließen sich hier und da auffinden. Ein Stückchen Blutkuchen des Frosches dagegen blieb, wie es schien, selbst nach mehrstündiger Digestion unverändert; das Meiste seiner Masse war wenigstens nicht angegriffen. Eiweißwürfel, quadratische Stücke von Kuhkäse und Käsestoff, der aus der Milch durch Essigsäure niedergeschlagen worden war, führten zu ähnlichen Ergebnissen.

705 Filtrirt man den Speisebrei des Dünndarmes, je nachdem es angeht, unmittelbar oder mit einem möglichst geringen Zusatze von Wasser, so scheidet das klare Filtrat, wenn es neutral oder schwach alkalisch ist, reichliche Eiweißflocken in der Siedhitze ab. Die durch die gleiche Behandlung des Magenchymus erhaltene sauere Flüssigkeit dagegen bleibt bei dem Kochen klar. Man schloß hieraus, daß der Darmbrei Eiweiß, das noch dem Mageninhalte fehle, enthält. Da aber die Menge des Niederschlags so groß ist, daß sie nicht von dem beigemischten Bauchspeichel herzurühren vermag, so folgerte Prout[1]), daß die Absonderungen, die in dem Zwölffingerdarm zu den Speiseresten treten, Albumin aus ihnen entwickelten. Scherer[2]) suchte diese Wirkung der Galle zuzuschreiben und bemühte sich, diese Ansicht mit Versuchen zu erhärten. Wir haben schon früher (§. 643.) gesehen, daß der Unterschied nur von der Reaction der Mischung abhängt. Enthält diese freie Säure, so bleibt sie bei dem Kochen klar. Ist die Säure durch die Verdauung erschöpft oder auf irgend eine Weise neutralisirt worden, so schlagen sich Eiweißflocken in der Siedhitze nieder. Es bedarf hierzu keiner eigenthümlichen Wirkung der Galle und des Bauchspeichels.

Mischte man reine Verdauungsflüssigkeit, die gekochten Kleber oder gekochtes Muskelfleisch aufgelöst hatte, mit frischer Kalbsgalle, füllte das Ganze in ein ausgewaschenes Stück des Zwölffingerdarmes des Kalbes, band dieses an beiden Enden zu und hing es in destillirtem Wasser auf, so trübte sich die umgebende Flüssigkeit in Scherer's Versuchen nach 10 Stunden und ließ Flocken von Eiweiß fallen. Neue Wassermengen nahmen frisches Albumin auf. Weingeist und Sublimat fällten das Fluidum. Die gleiche Erfahrung läßt sich jedoch an einem mit destillirtem Wasser gefüllten Dünndarme machen. Nahm ich ihn vom Menschen, wusch ihn von außen und innen möglichst rein, füllte ihn mit destillirtem Wasser und legte ihn dann zugebunden in die gleiche Flüssigkeit, so hatte diese eine starke gelbe Färbung in 12—24 Stunden angenommen und sich in bedeu-

[1]) W. Prout, Chimistry, Meteorology and the function of Digestion considered with Reference to Natural Theology. Second Edition. 1834. 8. p. 508.

[2]) Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 9. 10.

tendem Grade getrübt. Sie gerann zum Theil bei dem Kochen, wurde durch einen Zusatz von wässrigem Weingeist unklarer und schlug sich mit salpetersauerem Quecksilberoxydul reichlich nieder. Wurde die Masse eingedampft, so gab sie weit stärkere Fällungen. Die vollständige Verdampfung hinterließ einen ziemlich bedeutenden gelblichweißen organischen Rückstand, der sich von Neuem in Wasser löste. Entfernte ich die umgebende Flüssigkeit nach 40stündiger Einwirkung und ersetzte sie durch neues Wasser, so trübte sich dieses nach 24stündiger Thätigkeit in geringem Grade bei dem Kochen. Wurde es durch Eindampfen verdichtet, so erzeugte die Siedhitze oder salpetersaueres Quecksilberoxydul reichliche Niederschläge.

Man kann sich auf dem Wege des Versuchs leicht überzeugen, daß die gesammte uns hier beschäftigende Erscheinung nicht von den organischen Stoffen der Galle und des Magensaftes, sondern nur von der Reactionsweise der Flüssigkeit abhängt. Mischte ich das weingelbe sauer reagirende Filtrat der Verdauungsflüssigkeit, die Eiweiß aufgelöst hatte, mit Schweinsgalle, so erzeugte natürlich die freie Salzsäure, die von der mikrolytischen Ansäuerung her vorhanden war, einen flockigen grünlichgelben Niederschlag, wie wir ihn auch häufig in den dünnen Gedärmen finden. Wurde das Ganze 20 Stunden später filtrirt, so reagirte noch die durchgelaufene weingelbe Flüssigkeit sauer, schwächer jedoch als vor dem Gallezusatze. Die Siedhitze ließ sie vollkommen klar. Neutralisirte ich sie aber mit wenigen Tropfen einer kohlensaueren Kalilösung, so trübte sie sich schon im Kalten in geringem Maaße und wurde bei dem Kochen auf das Reichlichste niedergeschlagen. Hatte die Verdauungsflüssigkeit Fleisch oder Käse aufgelöst und mochte ihr Säuerungsprincip Chlorwasserstoff- oder Essigsäure sein, so blieb der Erfolg der gleiche. Obgleich das Fluidum, das Käse aufgenommen, spurweise sauer in einem Falle war, so trübte es sich doch schon ohne weiteren Zusatz in der Siedhitze.

Ließ ich sehr verdünnte Essigsäure 20 Stunden lang auf gekochtes Rindfleisch wirken, und filtrirte hierauf das Ganze, so änderte sich nicht die klare und farblose, stark sauer reagirende Flüssigkeit durch das Kochen. Machte ich sie aber durch kohlensaueres Kali schwach alkalisch, so wurde sie sogleich opalartig und setzte reichliche Eiweißflocken bei dem Sieden ab.

706 Beginnt selbst die Galle sich zu zersetzen, so scheint sie doch nicht in irgend ausgezeichneter Weise Stärke in Zucker überzuführen. Stellte ich ein Gemenge von filtrirter Rindsgalle und Stärke in die Brütmaschine und ließ das Ganze 24 Stunden in einer Wärme von 30°—40° C., so hatte das Filtrat nur geringe Mengen eines Dextrinkörpers aufgenommen. Kleister liefert eher etwas Traubenzucker. Man erhält aber auch ähnliche schwache Ergebnisse, wenn man bloßes Wasser in jener Wärme anwendet. Hoffmann [1]) fand auch die frische Galle unwirksam. Ist sie dagegen durch Weingeist von dem größten Theile ihres Schleimes befreit und mit geringen Mengen Salzsäure niedergeschlagen worden, so setzt sie nach ihm Kleister binnen kurzer Zeit in Dextrin und Traubenzucker um. Es soll sich hierbei seiner Angabe nach keine Milchsäure erzeugen.

707 Löste ich 1,01 Grm. Rohrzucker in 17,85% filtrirter Ochsengalle von 10% festem Rückstande auf und ließ das Ganze 23 Stunden in einer Wärme von 30° bis 40° C. digeriren, so hatte es dann einen schwach fauligten Geruch und reagirte weder deutlich sauer, noch alkalisch. Wurde die nöthige Menge Schwefelsäure zugesetzt, so bildete sich die schöne violette Färbung, die zuerst von Pettenkofer als ein Kennzeichen des Rohrzuckers angegeben worden ist. Eine geringere Quantität dagegen erzeugte einen schmutzig gelbbraunen Niederschlag. Ein Ueberschuß von Kali löste

[1]) Hoffmann, in Haeser's Archiv. 1844. S. 172.

ihn mit hellgelber Farbe auf. Das Ganze wurde nach anhaltendem Kochen bierfarben und ein Zusatz von Salpetersäure entwickelte reichliche weiße Dämpfe und den bekannten Melassegeruch. Die Galle enthielt mithin noch eine beträchtliche Menge von Zucker.

708 Wir haben früher gesehen, daß sich Fett aus Zucker durch eigenthümliche Gährungsprocesse erzeugen kann (§. 382.) Wusch Scharling zeriebene Kartoffeln mit kaltem Wasser ab und setzte sie feucht 2—3 Tage lang einer Wärme von 30° bis 40° C. aus, so stellte sich eine Gährung ein, in der sich Buttersäure neben Kohlensäure entwickelte. Mischte man das Ganze mit kohlensauerem Natron, zog den Rückstand des Filtrates mit Weingeist aus und destillirte diesen mit Schwefelsäure, so erhielt man eine Menge von Oeltropfen, die auf der Flüssigkeit schwammen. Sie konnten wahrscheinlich nicht sämmtlich von den geringen Fettquantitäten der Kartoffel herrühren.

709 H. Meckel [1]) gab in neuerer Zeit an, daß die Galle die Fähigkeit besitze, die Fettgährung des Traubenzuckers einzuleiten. Hatte er zwei Gläschen mit 180 Grm. Rindsgalle gefüllt, das eine überdieß noch mit 3,5 Grm. Traubenzucker, der aus Honig bereitet worden war, versehen und beide Fläschchen 24 Stunden lang in seiner Achselhöhle herumgetragen, so entzog der Aether der galligten Zuckerlösung 0,320 Grm. und der reinen Galle 0,135 Grm. Füllte er mit Marchand vier Gläschen mit je 110 Grm. Ochsengalle und versetzte zwei derselben mit 4 Grm. aus Stärke bereiteten Traubenzuckers, so gaben diese 0,87 und 1,84 Grm., die beiden anderen aber nur 0,48 und 0,54 an Schwefeläther ab. Die Behandlung mit Kali soll dann gezeigt haben, daß nicht bloß das verseifbare Fett, sondern auch das Cholestearin durch den Zuckerzusatz vermehrt worden war. Die Trommersche Probe wies noch unzerlegten Zucker in den Flüssigkeiten nach.

Gestattet aber schon die bloße Berücksichtigung des Gewichtes des Aetherauszuges und der Wirkung des Kali gerechte Zweifel, so müssen noch die entgegengesetzten Erfahrungen von Schiel [2]) die Bedenken vergrößern. Die Parallelversuche dieses Forschers zeigten keine Vermehrung des Fettes mit Sicherheit an. Der Zucker zerlegt nur nach ihm die Galle leichter unter dem Zutritt, als bei dem Abschluß der Atmosphäre. Die ganze Frage muß daher noch im günstigsten Falle als unerledigt betrachtet werden (§. 722.).

710 Dasselbe gilt von der Ansicht, daß die Galle die Fette löslich mache. Wir haben gesehen, daß der Magensaft die Oele unberührt läßt und sogar von den übrigen Gewebtheilen sondert. Die Untersuchung des Speisebreies lehrt, daß diese Fettmassen in den Zwölffingerdarm und den oberen Theil des Dünndarmes gelangen und hier oft mikroskopisch vertheilt werden. Sie schwinden wahrscheinlich im Laufe der dünnen Ge-

---

[1]) J. H. Meckel ab Hemsbach, De genesi adipis in animalibus. Halae, 1845. 8. pag. 10 — 12.

[2]) Schiel, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. Heidelberg, 1846. 8. S. 375 — 378.

därme. Da aber nicht das Fett die mit wäßrigen Lösungen durchtränkten thierischen Häute durchdringen kann, so liegt die Vermuthung nahe, daß es sich in eine in wäßrigen Flüssigkeiten lösliche Seife verwandelt, um in den Milchsaft und das Blut überzutreten. Es ist jedoch noch nicht möglich geworden, diese Annahme durch Versuche zu beweisen.

711 Schüttelte ich Provenceröl mit filtrirter Menschengalle, so bildete sich eine gelbe Emulsion, die das Aussehen des gelben, mit Oeltropfen vermischten Darminhaltes hatte. Alles schied sich aber binnen Kurzem und das Oel schwamm wieder nach einigen Minuten an der Oberfläche. Die Mischung entwickelte mit Salzsäure Salmiakdämpfe. Erwärmte man das Ganze im Sandbade, so wurde das überstehende Oel gelblich-weiß und trüb, wie Seifenwasser und behielt auch diese Beschaffenheit in der Kälte bei. Die Salmiakdämpfe zeigten sich aber noch nach der Anwendung von Chlorwasserstoffsäure.

712 Filtrirte ich angesäuerte Verdauungsflüssigkeit, die Stücke menschlicher Magenhaut und Eiweiß oder gekochtes Rindfleisch aufgelöst hatte, so daß zahlreiche Oeltropfen auf der Oberfläche schwammen, so blieb dieses auf dem Papier, verlor hier seine gelbe Farbe und wurde weiß, halbfest und schmierig. Versetzte man einige Bruchstücke desselben mit filtrirter Menschengalle, so bildete sich eine trübe gelbe Mischung, die nach einer halbstündigen Erwärmung im Sandbade und dann auch nach dem Erkalten unklar blieb, in dem letzteren Falle grünlicher, als früher war, mit Salzsäure mäßig viel Salmiakdämpfe entwickelte und unter dem Mikroskope zahlreiche kleinere vertheilte Oeltröpfchen neben größeren zeigte. Legte ich endlich frisches Hammeltalg in filtrirte Menschengalle und setzte es einer mäßigen Hitze $3\frac{1}{2}$ Stunden lang aus, so blieb es äußerlich vollkommen unverändert; die Galle selbst erhielt sich vollkommen klar. Das Fett schmolz theilweise im Sandbade aus. Eine Parthie des flüssigen schwamm auf der Oberfläche und eine andere trübte die Mischung, wie das von der künstlichen Verdauungsflüssigkeit herrührende Fett [1]).

713 Diese Versuche lehren, daß schon die filtrirte Galle allein hinreicht, das Oel in mikroskopischen Tropfen, wie wir sie in dem Darminhalte antreffen, zu vertheilen. Sollte sich eine gewisse Menge verseifen, so wird doch nicht hierdurch die Salmiakbildung, die aus dem mittelst der Selbstzersetzung der Galle entstandenen Ammoniak hervorgeht, aufgehoben. Feste Fette dagegen, die nicht bei 30°—40° C. schmelzen, widerstehen mit großer Hartnäckigkeit.

Bouchardat und Sandras [2]) sehen als den Hauptbeweis der uns hier beschäftigenden Wirkung der Galle an, daß sich kein fettreicher Milchsaft mehr nach der Unterbindung des Gallenganges in den Beobachtungen von Brodie, Tiedemann und Gmelin erzeugt hat. Allein Tiedemann und Gmelin [3]) selbst verglichen den Inhalt des Milchbrustganges eines auf die erwähnte Weise operirten Hundes, der mitlelst

[1]) Aehnliche Beobachtungen siehe auch schon in Tiedemann und Gmelin, die Verdauung. Bd. I. S. 78. 79.

[2]) Bouchardat und Sandras, in den Annales des sciences naturelles. Seconde Série. Tome XX. Zoologie. Paris, 1843. 8. p. 171.

[3]) Tiedemann und Gmelin, die Verdauung. Bd. II. S. 22.

Semmel und Milch ernährt wurde, mit Kuhmilch und sprachen sich überdieß eher gegen, als für die auflösende Wirkung der Galle aus [1]). Sollten auch Versuche der Art zu sicheren Folgerungen nöthigen, so müßte nicht nur durch quantitative Bestimmungen nachgewiesen sein, daß der Milchsaft fettarmer, sondern auch, daß der Darminhalt fettreicher als sonst war.

714 Da die Galle die Wirkung der künstlichen Verdauungsflüssigkeit aufhebt (§. 652.), so glaubte man, daß sie auch in dem lebenden Körper die Thätigkeit des Magensaftes hemme, um neue Umsatzerscheinungen möglich zu machen. Die Vorstellung, daß sie stark alkalisch reagire, ließ annehmen, daß die freie Säure des Speisebreis durch ihr freies Alkali gesättigt werde. C. H. Schultz machte sogar den Versuch, die Gallenmenge, die täglich abgesondert wird, dadurch zu ermitteln, daß er die Quantität, die zur Neutralisation des Speisebreis nöthig sei, zu finden sich bemühte.

Bedenkt man aber, daß die regelrechte Galle neutral oder nur sehr schwach alkalisch und nicht selten der Inhalt des oberen Theiles der dünnen Gedärme deutlich sauer ist, so müssen sich schon gerechte Zweifel der Annahme der Abstumpfungsthätigkeit der Galle entgegensetzen. Die Erscheinungen, welche die faulende Galle darbietet, können sie nur noch bestärken. Entwickelt sie auch, wenn ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstöpsel darüber gehalten wird, die reichlichsten Salmiakdämpfe, so röthet sie doch nur das Curcumapapier in kaum merklicher Weise und sehr geringe Mengen von Essigsäure, die noch lange keine allgemeine Fällung veranlassen, reichen hin, ihr eine entschieden sauere Reaction zu verleihen. Angesäuerte Verdauungsflüssigkeit leistet die gleichen Dienste. Die freie Säure, die so häufig in dem Speisebrei der oberen Dünndarmtheile trotz der Beimischung der Galle vorhanden ist, findet hierin ihre natürlichste Erklärung. Da sie aber auch nicht tiefer unten in Hunden, deren Gallengang unterbunden worden, mangelt [2]), so haben wir hierin nur ein neues Zeugniß gegen jene Vorstellung.

715 Wir werden in der Darstellung der Dickdarmverdauung finden, daß die Farbe und der Geruch der Excremente von den beigemengten Gallenstoffen herrühren und daß diese außerdem der ungehemmten Fäulniß der Kothmassen entgegenwirken. Die Ansicht, daß sie gar nichts zur Verdauung beitragen, wird hierdurch entschieden widerlegt. Bilden sie auch vielleicht keine für diese Thätigkeit unerläßliche Flüssigkeit, so müssen sie doch in dieser Hinsicht ihren bestimmten Nutzen im regelrechten Zustande besitzen. Die Hartnäckigkeit, mit welcher die Natur die Gallenausführungsgänge in den oberen Theil der dünnen Gedärme in höheren, wie niederen Geschöpfen einmünden läßt, deutet schon klar darauf hin. Befinden sich auch Hunde, deren Gallengang unterbunden worden, vollkommen wohl, so kann dieses Nichts beweisen, weil sich häufig der Ausführungsgang der Leber einige Zeit später von Neuem herstellt.

---

[1]) Ebendaselbst, Bd. II. S. 47. 48.

[2]) Tiedemann und Gmelin, a. a. O. Bd. II. S. 43.

716 Die Wirkungen des **Bauchspeichels** sind im Ganzen eben so dunkel, als die der Galle. Die neueren Erfahrungen haben nur so viel ermittelt, daß diese Absonderung unter günstigen Verhältnissen die Selbstzersetzung der lockeren Kohlenhydrate in kräftiger Weise einleiten kann. Sie verflüssigt Kleister mit großer Leichtigkeit und führt ihn in Dextrin, Gummi und Traubenzucker über; sie leitet lebhafte Gährungen in Kleistermischungen, die Galle enthalten, oder in Zuckerlösungen ein; sie wirkt zwar schwach auf rohe Stärke, macht aber einen Theil der Amylonkörner der Kartoffel löslich. Die reichliche Menge der eiweißartigen Verbindung die in ihr enthalten ist, übernimmt wahrscheinlich hierbei die Hauptrolle. Nach **Daubenton** soll eine Katze, die mit vielen Pflanzenstoffen gefüttert worden, ein größeres Pankreas erhalten.

Digerirte ich bei 35° C. Kartoffelwürfel 40 Stunden lang mit destillirtem Wasser, so änderten sie sich in keiner auffallenden Weise. Die Flüssigkeit trübte sich mehr oder minder, weil Stärkmehlkörnchen, die sich durch Jod bläuten, ausgetreten waren. Setzte ich dagegen Stückchen menschlicher Bauchspeicheldrüse zu dem Wasser hinzu, so roch schon die trübe Flüsigkeit nach 18stündiger Digestion in 35° C. faulig. Das Mikroskop brachte nicht bloß mechanisch vertheilte Stärkmehlkörnchen, sondern sehr kleine Körnchen und parasitische Stäbchen, mit einem Worte Schimmelbildungen, wie sie die sauere Gährung begleiten, zur Anschauung. Sie bestanden theils aus Fäden, die dunkele sporenähnliche Wesen in einzelnen Entfernungen reihenweise geordnet enthielten, theils aus gesonderten Samengebilden, die in der Flüssigkeit selbst schwammen. Vermischte ich das Ganze mit Jodtinctur, so erzeugten sich an vielen Stellen große blaue flüssige Tropfen. Die übrigen festen Theile dagegen nahmen die braune Farbe des Zusatzmittels an. Die Stärkmehlkörner, die in den Zellen der Kartoffelwürfel enthalten waren, hatten ihre regelrechte Gestalt beibehalten und wurden durch Jod blau.

Ließ ich das Ganze 40 Stunden in derselben Wärme stehen, so vermehrte sich die Trübung in hohem Grade. Man bemerkte dann viele kleine Monaden neben den schon früher wahrgenommenen Stäbchen. Ein geringer Theil der zahlreichen Körnerbruchstücke, die in der Flüssigkeit schwammen, bläute sich noch durch Jod; ihre größte Menge dagegen nahm nur eine braune Farbe an. Die Amylonkörner, die noch nicht aus ihren Zellen ausgetreten waren, wurden durchgehends blau.

Behandelte ich 18 Stunden lang Kartoffeln, Wasser und Menschengalle in einer Wärme von 35° C, so hatte die klare gelbe Mutterflüssigkeit eine geringe Menge eines flockigen Bodensatzes und führte an ihrer Oberfläche ein Schillerhäutchen, das Krystalle und Körnchen enthielt. Die Kartoffelwürfel waren an ihren Außenseiten nach 40 Stunden erweicht. Ihre Zellen lockerten sich hier von einander. Das Stärkmehl schien vielleicht in einzelnen von ihnen vermindert zu sein; es bläute sich aber durch Jod, wo es vorhanden war.

Eine Mischung, die Wasser, Kartoffeln, Bauchspeicheldrüse, Galle, Schleimhautstückchen des Zwölffingerdarmes und mikrolytische Salzsäuremengen enthielt und 18 Stunden in einer Temperatur von 35° C. gestanden hatte, führte die früher erwähnten Stäbchen, Körnchen und Amylongebilde. Wurde Jodtinctur hinzugefügt, so erschienen die blauen Tropfen wieder. Mikrolytisch angesäuertes Wasser, das vergleichungsweise geprüft worden war, ließ das Stärkmehl unverändert.

Der Bauchspeichel führte hiernach einen Theil der rohen Stärke in löslichen Verbindungen und zwar in jene jeden Augenblick wechselnden Körper, die zwischen der Stärke, dem Dextrin und dem Zucker liegen, über. Jod erzeugte im Anfange noch blaue Tropfen, wirkte aber nicht mehr in der Folge auf diese Weise. Die beständige Schimmelbildung deutete überdieß auf die sauere Gährung, die in den Mischungen vorhanden war, hin. Galle allein übte Einflüsse der Art nicht aus. Sie hinderte aber die Umsatzthätigkeit des Bauchspeichels eben so wenig, als die Dünndarmschleimhaut oder die mikrolytisch hinzugefügte Salzsäure.

Bouchardat und Sandras [1]) haben später die Beziehungen des Pankreassaftes zu den Körpern der Dextrinreihe weiter verfolgt. Vermischten sie den schwächer oder stärker alkalischen Bauchspeichel, den sie aus einem lebenden Huhn und einer Ente erhalten hatten, mit Kleister, so verflüssigte sich dieser binnen Kurzem und ging in Dextrin und Gummi über. Pankreasstückchen des Menschen, des Hundes und des Kaninchens änderten ihn in wenigen Minuten und zwar weit rascher, als die mit Speichel befeuchtete Zunge oder Bruchstücke der Unterzungendrüsen. Die Leber dagegen besaß keine solche Kraft. Der Wasserauszug des Dünndarminhaltes der Vögel verflüssigte den Kleister, wie der reine Bauchspeichel. Weingeist fällte aus beiden einen weißen Körper, der an die Speicheldiastase (§. 600.) erinnerte.

Diese Angaben bewogen mich, eine neue Versuchsreihe über diesen Gegenstand anzustellen. Ich zerrieb im Glasmörser die Bauchspeicheldrüse einer an demselben Tage geschlachteten Kuh mit destillirtem Wasser und erhielt auf diese Weise eine Mischung, die merklich sauer reagirte. Versah ich sie mit einer bedeutenden Menge frischen Kleisters und setzte das Ganze einer Wärme von 36.° — 40° C. aus, so war es nach 15 Stunden vollkommen verflüssigt, besaß einen widerlich säuerlichen Geruch und hatte seine sauere Reaction verstärkt. Die letztere schwand nicht bei dem Kochen. Kali verwandelte das helle Filtrat in eine braungelbe Flüssigkeit, die mit Salpetersäure weiße Nebel und den Melassegeruch entwickelte. Ein Zusatz von schwefelsauerem Kupferoxyd färbte das Ganze tief lasurblau. Kali erzeugte aber dann eine nur geringe Reduction. Ließ ich dagegen den gleichen Kleister Tage lang mit Wasser in derselben Wärme stehen, so behielt er seine gallertige Beschaffenheit bei.

Wurde Kleister mit gleichen Theilen Galle und Bauchspeichelauszug vermischt, so reagirte das Ganze stark sauer nach 23 stündigem Stehen in 36° und 40° C. Versetzte ich das Filtrat mit Kali, so gab sich Traubenzucker zu erkennen.

Rohe Stärke widerstand auch in diesen Beobachtungen in auffallend hartnäckigerer Weise. War sie in bedeutenderer Menge dem Wasserauszuge des Bauchspeichels beigemischt, so blieb der größte Theil selbst nach dreitägiger Digestion in 36° bis 40° C. auf dem Boden des Gefäßes zurück. Die Mischung roch widerlich sauer und röthete stark das Lacmuspapier. Die Stärkmehlkörnchen, die noch vorhanden waren, bläueten sich durch Jod. Das klare Filtrat dagegen zeigte diese Eigenschaft nicht, und reagirte auch nicht auf die Trommer'sche oder Heller'sche Probe. Es hatte aber wahrscheinlich eine geringe Menge löslicher Stärke aufgenommen. Denn Spuren von Traubenzucker gaben sich nach dem Kochen mit Schwefelsäure zu erkennen. Hatte das Ganze 36 Stunden in 36° bis 40° C. gestanden, so erschienen sie auch ohne diese Vorbereitung.

Setzte ich rohe Stärke zu einer Mischung, die aus ungefähr gleichen Theilen filtrirter Rindsgalle und dem Wasserbrei des Bauchspeichels bestand und füllte sie in ein mit einem Kork verschlossenes Fläschchen, so daß nur ein kleiner Luftraum über der Flüssigkeit blieb, so hatte sich über Nacht eine solche Gährung entwickelt, daß der Stöpsel weit weggeworfen und ein Theil der Flüssigkeit übergelaufen war. Die Wärmeausdehnung allein konnte diese Erscheinung nicht bewirkt haben. Denn die übrigen Fläschchen, von denen einige ganz voll waren, hatten ihren Verschluß behalten und zeigten überhaupt keine beträchtliche Gasentwickelung. Setzte ich schwefelsaueres Kupferoxyd zu dem hell bräunlichgelben Filtrat, so bildete sich bald eine lasurblaue Farbe. Jodtinctur machte das Ganze grüngelb und nicht blau. Die meiste Stärke lag unverändert am Boden.

Zucker, Galle und Bauchspeichel gährten ebenfalls in einem anderen Versuche so stark, daß ein eingeriebener Glasstöpsel ausgeworfen wurde. Die säuerlich riechenden und sehr sauer reagirende Flüssigkeit enthielt aber noch nach zwei Tagen Rohrzucker. Eine Parallelbeobachtung mit Kalkwasser (Fig. 91.) lehrte, daß sich Kohlensäure entwickelt hatte. Die faulende Galle allein entbindet aber schon dieses Gas Der Bauchspeichel schien mir das Kalkwasser in geringerem Grade in der Brütwärme zu trüben.

Der Pankreassaft wirkt hiernach als ein kräftiger Gährungserreger, verflüssigt leicht den Kleister und erzeugt Traubenzucker und andere Umsatzerscheinungen. Er greift nur schwach die rohe Stärke an; sie bleibt vielmehr in ihm unverändert oder wird nur zu einem geringen Theile in lösliche Verbindungen übergeführt. Die Flüssigkeit erhält dabei

[1]) Bouchardat und Sandras, Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XX. Paris, 1845. 4. p. 1088 — 1091.

eine entschieden sauere Beschaffenheit, die von keiner flüchtigen Säure und wahrscheinlich von Milchsäure herrührt. Der Umsatz wird eben so wenig durch diese sauere Reaction, als durch eine beliebige Beimischung von Galle aufgehoben. Wirkt diese gleichzeitig ein, so scheinen sich auch bisweilen die weicheren Wände der Pflanzenzellen leichter aufzulösen.

717 Die eben geschilderten Wirkungen des Bauchspeichels können nur einen Theil seiner Bestimmungen erläutern. Bestättigt es sich auch durch fortgesetzte Messungen und Wägungen, daß die Pflanzenfresser ein größeres Pankreas, als die Fleischfresser haben, so besitzen diese doch immer noch eine beträchtliche Bauchspeicheldrüse, die ihnen bestimmter Zwecke wegen verliehen sein muß. Erwägen wir aber, wie schwach der Pankreassaft auf rohe Stärke wirkt und wie oft wir noch Amylonkörner in dem Inhalte der dicken Gedärme und selbst in dem Kothe finden, so müssen wir gestehen, daß uns die Hauptwirkungen dieser Flüssigkeit unbekannt sind.

718 Ueberblicken wir die Gesammtergebnisse dieser Untersuchung, so finden wir, daß die freie Säure des Darminhaltes nicht nothwendiger Weise durch den Beitritt der Galle verloren geht. Die gelbgrüne Farbe, die der Speisebrei in diesem Theile des Nahrungscanales darbietet, rührt von einer Gallefällung her, die wir auch künstlich durch kleine Säuremengen erzeugen können. Der Niederschlag, den wir aus neutraler filtrirter Rindsgalle durch wenig Essigsäure erhalten, ist im Anfange gelb und wird später in der Wärme oder an der Luft spangrün. Der Darmbrei zeigt uns häufig einen ähnlichen Farbenwechsel.

Die klare Galle reicht schon hin, das Fett, das mit dem Speisebrei herabkommt, in feine mikroskopische Tropfen zu vertheilen. Ihr Schleim und der des Darmes müssen noch die Wirkung begünstigen. Es ist jedoch bis jetzt nicht bestimmt erwiesen, ob sie, wie sich vermuthen läßt, Fett seifenartig bindet, die Umwandlungen der Stärke begünstigt und wie sie die Selbstzersetzungen, die im Dünndarme vor sich gehen, durch ihre fäulnißwidrigen, vorzüglich gegen Proteinkörper gerichteten Wirkungen in zweckmäßiger Weise einengt. Da aber bisweilen der Dünndarminhalt von Hunden, deren Gallengang unterbunden worden, faulig roch [1]), so läßt sich vielleicht annehmen, daß sich schon hier der antiseptische Einfluß der Galle geltend zu machen anfängt. Sie löst in der Regel stark geronnene Proteinkörper nicht auf, kann aber vielleicht in Einzelfällen zur Verflüssigung weicherer, wie der Hüllen von Blutkörperchen oder selbst von fein vertheiltem Käsestoff und von zarteren Pflanzenzellen, die der Magensaft übrig gelassen hat, beitragen. Der Bauchspeichel verflüssigt binnen Kurzem den Kleister, macht Zucker gähren und nimmt eine geringe Menge roher Stärke auf. Milchsäure bildet eine häufig vorkommende Nebenverbindung, deren entschieden sauere Reaction den Umsatz der Kohlenhydrate nicht aufhebt. Alle übrigen Eigenschaften, die man der Galle und dem Pankreassaft zugeschrieben hat, sind noch nicht durch entscheidende Versuche bewiesen worden.

---

[1]) Tiedemann und Gmelin, Die Verdauung. Bd. II. S. 43.

Dienen aber auch die Galle und der Bauchspeichel zur Verarbeitung 719 der Nahrungsmittel, so sind sie doch nicht so nöthig, daß ihr Mangel alle Einsaugung nahrhafter Theile unmöglich machte. Was schon im Magen verflüssigt wird und von hier aus in die Säfte übergeht, unterliegt überhaupt nicht dem Einflusse der Absonderungsmassen der Leber und des Pankreas. Ergießt sich keine Galle in den Darm eines Gelbsüchtigen, so entleert er farblose, sehr faulig riechende Excremente. Seine Verdauung ist aber nicht aufgehoben. Hatten Tiedemann und Gmelin [1]) den Gallengang von Hunden unterbunden, so zeigte sich häufig die Schleimhaut der dünnen Gedärme hungernder Thiere in ihrem oberen Theile neutral, unten dagegen sauer. Der schleimigte Inhalt bot hier auch mehrere Male keine ausgesprochene Reaction dar. Hatten die Hunde Nahrung erhalten, so enthielt meist ihr Dünndarm weißliche und mit hellem Schleim vermischte Breimassen, die schwach sauer oder neutral waren und bisweilen sehr übel rochen. Hatte Brunner [2]) den größten Theil der Bauchspeicheldrüse in Hunden ausgerottet und den Ausführungsgang unterbunden und durchschnitten, so lebten manche der Thiere Monate lang fort, ohne irgend auffallende Krankheitszeichen darzubieten. Versuche der Art scheinen noch nie in Pflanzenfressern angestellt worden zu sein.

Der Dünndarmbrei wechselt mit der Verschiedenheit der Thiere 720 und der eingenommenen Nahrung. Die gelbliche Masse, die meist in geringer Menge in dem Leerdarm des Menschen enthalten ist, reagirt noch in der Regel schwach sauer. Die ohnedieß geringe Säuremenge pflegt nach unten hin abzunehmen und bleibt endlich selbst ganz aus.

Halten wir uns an die Hauptangaben von Tiedemann und Gmelin [3]), so verschwand die freie Säure in den beiden unteren Drittheilen der dünnen Gedärme von Hunden, die mit Knochen oder gekochtem Reis und Kartoffeln gefüttert worden waren. Sie wurde in dem ersteren Falle zur Lösung der kohlensaueren und phosphorsaueren Kalkerde aufgebraucht. Daß dieses aber nicht so rasch geschehe, lehrte ein anderer mit Knochen gefütterter Hund. Spuren von Säure erhielten sich in ihm selbst in dem untersten Stücke des Dünndarmes.

Wurden Thiere der Art mit Käsematte, mit rohem oder gekochtem Rindfleisch, mit Fleisch und Semmel, mit flüssigem oder geronnenem Eiweiß, mit Kleber oder Milch gefüttert, so war die Reaction schwächer und minderte sich immer mehr nach unten hin. Eiweiß und Semmel, Leim, Faserstoff und Stärke zogen diese Folgen in noch höherem Maaße nach sich. Hatten Rindfleisch, Kleber, Milch, Leim, Faserstoff und Stärke als Nahrung gedient, so bot das unterste Drittheil der dünnen Gedärme keine sauere Beschaffenheit mehr dar. Sie erreichte dagegen ihre größte Höhe nach Butternahrung und erhielt sich dann längs des ganzen Leer-

[1]) Ebendaselbst, Bd. II. S. 43. 44.
[2]) J. C. Brunner, Experimenta nova circa pancreas atque diatribe de lympha et genuino pancreatis usu. Lugd. Batav. 1722. 8. p. 10—62.
[3]) Tiedemann und Gmelin, a. a. O. Bd. I. S. 349.

und Krummdarmes. Die Buttersäure, die sich erzeugte, konnte sie in diesem Falle vergrößern. Bouchardat und Sandras[1]) erhielten jedoch auch hier ein fast neutrales Filtrat. Schwer lösliche Proteinkörper und Kohlenhydrate, die der Gährung unterliegen müssen, um löslich zu werden, scheinen sie am ehesten zu erschöpfen.

Pflanzenfresser boten ähnliche Erscheinungen dar. Die erste Hälfte des Dünndarmes eines mit gekochter Stärke gefütterten Pferdes reagirte schwach sauer. War ein anderes Thier der Art mit Hafer erhalten worden, so dehnte sich die freie Säure über den ganzen Dünndarm aus. Die beiden oberen Drittheile desselben rötheten Lacmus bei einem Kalbe, das Milch bekommen hatte. Die Wirkung verlor sich aber in dem untersten Stücke in merklicher Weise. Der Inhalt des Zwölffingerdarmes des Ochsen war auffallend, der eines Schaafes dagegen, das Stroh gefressen, weniger sauer. Der größte Theil des Inhaltes der dünnen Gedärme röthete sogar Curcumapapier und brauste mit Säuren auf. Die alkalische Beschaffenheit rührte daher wahrscheinlich von kohlensaueren Alkaliverbindungen her. Die freie Säure, die sich im Dünndarminhalte vorfand, war Essigsäure (oder Milchsäure) und keine Salzsäure. Denn die Asche enthielt reichliche Mengen kohlensauerer Alkalien. Die gleiche Erfahrung machte ich auch an der gelben schleimigen und zähen Masse, die sich in dem fast vollkommen leeren, mittleren Theile des Dünndarmes eines Mannes vorfand.

721 Sind härtere Proteinkörper im Magen ungelöst geblieben, so führt der Dünndarmbrei merkliche Mengen, die theils aufgelöst, theils mechanisch beigemischt sind. Geringe Quantitäten von ihnen scheinen ihm nie zu fehlen, weil sie ihm selbst im nüchternen Zustande durch die Absonderungsflüssigkeiten zugeführt werden. Der Bauchspeichel bedingt wahrscheinlich noch nach Tiedemann und Gmelin die Eigenthümlichkeit, daß Chlor und sehr selten Sublimat eine rosen- oder pfirsichblüthrothe Färbung in dem Filtrate des Darminhaltes hervorruft. Denn die Reaction, die sich nicht mehr im Kothe nachweisen läßt, kommt in nüchternen Thieren und in Hunden, deren Gallengang unterbunden worden, vor.

Fett, das mehr oder minder mechanisch vertheilt ist und von der Galle und den Speisen herrühren kann, bildet einen beständigen Begleiter des Dünndarminhaltes. Die durch die Säure niedergeschlagenen Gallenstoffe, der Schleim der Galle und des Darmes umhüllen immer die Oberfläche der Zotten. Die rohe Stärke kann sich unverändert oder als Dextrin, Gummi, Traubenzucker, Milchsäure und selbst in seltenen Fällen als Weingeist und Essigsäure vorfinden.

Der Speisebrei der oberen Hälfte des Dünndarmes eines mit Hafer gefütterten Puters gab nach C. H. Schultz[2]) 3,75%, der des unteren dagegen nur 1,1% Fett an Schwefeläther ab. Ein zweites Thier der Art zeigte in der oberen Dünndarmhälfte 3,4% und eine mit Malz gefütterte Gans 4% fettiger Substanzen. Wenn aber hieraus

[1]) Bouchardat und Sandras, a. a. O. Tome XVIII. p. 237.

[2]) C. H. Schultz, Ueber die Verjüngung des menschlichen Lebens und die Mittel und Wege zu ihrer Kultur. Nach physiologischen Untersuchungen in praktischer Anwendung dargestellt. Berlin, 1842. 8. S. 229.

der genannte Forscher folgert, daß sich Fett aus Amylon in diesem Theile des Nahrungscanales erzeugt, so scheinen mir alle näheren Beweise dafür zu mangeln. Wir wissen nicht, wie viel Oel die eingenommenen Nahrungsmittel enthielten, welche Mengen durch die Galle hinzukamen, welche fremde Beimischungen der Aetherauszug führte und was auf dem Wege der Einsaugung nach und nach verschwunden war.

722 Da viele feuerfeste Bestandtheile im Magen aufgenommen werden und andere durch die Galle, den Bauchspeichel, den Magen- und den Darmschleim hinzukommen, so muß die Asche des Darmbreis von der der Nahrung abweichen. Die Gährungserscheinungen, die in einzelnen Stoffen der Speisen eingeleitet werden, können noch das Mißverhältniß vergrößern. Genaue quantitative Untersuchungen mangeln auf diesem Gebiete gänzlich. Tiedemann und Gmelin[1]) fanden vorherrschende Mengen phosphorsauerer Kalkerde und phosphorsauerer und kohlensauerer Alkalien in dem Speiseinhalte des Dünndarmes eines Pferdes, das mit Hafer gefüttert worden war. Die Chloralkaloide waren in sparsamen, die kohlensauere Kalkerde in geringeren und die schwefelsauere in den unbedeutendsten Quantitäten vorhanden. Da nun nicht die Haferasche große Massen kohlensauerer Alkalien führt, so mußten diese von den Beimischungssäften oder den Gährungsproducten, die organische sauere Salze erzeugten, herrühren.

Leicht verdauliche Fleischnahrung wird einen an dichten Gemengtheilen ärmeren Darmbrei, als Pflanzenkost hinterlassen. Man besitzt aber bis jetzt keine durchgeführte Untersuchung der übrigen Unterschiede, die hierbei hervortreten. Prout bemühte sich zwar, vergleichungsweise den Dünndarminhalt eines Hundes, der mit Fleisch und eines zweiten, der mit Pflanzenspeisen erhalten worden war, zu prüfen. Seine Angaben gestatten jedoch keine sichere Schlußfolge, weil meist die Stoffe, auf die sie sich beziehen, viel zu unbestimmt sind, als daß sie dem gegenwärtigen chemischen Standpunkte genügen könnten.

723 Die Gährung, die sich in dem Dünndarme einleitet, muß die Erzeugung niederer organischer Wesen begünstigen. Sind die Speisereste sauer, so wird sich leicht Schimmelbildung einfinden. Remak und Mitscherlich beobachteten sie auch in der That in vielen Inhaltsmassen des Nahrungscanals. Der Erstere[2]) fand sie in dem Magen und Darmbrei von Kaninchen regelmäßig vor und bemerkte sie überdieß in den Dünndarmmassen des Rindes, des Schaafes und des Schweines, nicht aber des Hundes, der Katze, der Gänse, Enten, Hühner, Tauben, Frösche und Salamander. Sie kommen bisweilen auch in dem Menschen vor. Infusorien sind ihnen schon hier nur in selteneren Fällen beigemengt.

724 Die halbfeste Mischung, welche die dünnen Gedärme einschließen, verliert eine bedeutende Menge ihrer Bestandtheile auf dem Wege der Aufsaugung. Die löslich gemachten Proteinkörper und Kohlenhydrate, so wie ein großer Theil des Fettes gehen von hier aus in Blut und Milchsaft über. Da Venenblut des Darmes von der Pfortader aus in die Leber strömt und hier die Galle bereitet, so können einzelne schon aufgenommene Verbindungen in den Dünndarm von Neuem zurückkehren.

[1]) Tiedemann und Gmelin, a. a. O. Bd. I. S. 360.
[2]) R. Remak, Diagnostische und pathologische Untersuchungen. Berlin, 1845. 8. S. 225.

Bouchardat und Sandras [1]) sehen hierin eine für die Verarbeitung der Kohlenhydrate berechnete Vorsichtsmaaßregel. Der Zucker kann nur vollständig verbrennen, wenn er in kleinen Mengen im Blute enthalten ist. Ist dieses nicht der Fall, so geht ein Theil seiner Masse unzersetzt mit dem Harn davon. Die Langsamkeit, mit der sich der Traubenzucker in dem Dünndarme bildet, verhütet zwar schon zum Theil jede Uebersättigung der Blutmasse. Da aber aus ihr die Galle Zucker aufnimmt, so kehrt dieser noch ein Mal an seinen alten Ort zurück und stört nicht die zweckmäßigen Veränderungen, für die er sonst bestimmt ist.

So scharfsinnig auch diese Vorstellung sein mag, so kann man sie doch nicht als vollkommen bewiesen betrachten. Denn quantitative Bestimmungen haben noch nicht angegeben, wie viel mit dem Hohlvenenblute weiter geht und wie viel in der Galle bleibt. Hatte Budge [2]) Rohrzucker kurze Zeit vor dem Tode einem Hunde gegeben, so fand er ihn in dem Inhalte des Magens, der dünnen und dicken Gedärme, dem Blute und dem Harn, nicht aber in der Galle wieder.

725 Der Dünndarmbrei, der noch immer feste Gemengtheile in die dicken Gedärme überführt, wird zuweilen so dicht, daß sich aus ihm Krystalle niederschlagen. Sind Nahrungsmittel, die phosphorsauere Bittererde enthalten, verzehrt worden, so kann leicht das durch die Zersetzung der Galle frei werdende Ammoniak phosphorsaueren Ammoniak-Talk erzeugen. Die galligte Färbung solcher dichterer Dünndarmmassen rührt von dreierlei Verhältnissen her. Ein Theil ist gleichmäßig gelb oder gelbgrün und wahrscheinlich noch überall von Galle durchdrungen. Andere Parthieen enthalten größere oder kleinere gelbe Körperchen oder Klümpchen und noch andere dunkelgrüne, braune und tiefbraun gefärbte Massen. Diese verschiedenen Absätze lassen sich auf künstlichem Wege nachbilden.

726 Schlägt man filtrirte Menschengalle durch geringe Mengen Essigsäure nieder, so finden sich in dem Bodensatze zahlreiche gelbe mikroskopische Körnchen. Sie häufen sich oft wie im Darmbrei zu größeren Kugelhaufen und noch leichter zu unregelmäßigen Massen zusammen. Läßt man den größten Theil der Mischung auf einem flachen Uhrglase in dem Sandbade eindampfen, so nimmt das Ganze eine dunklere grüne Farbe an. Das freie Auge bemerkt schon größere und kleinere dunkele Festgebilde und das Mikroskop zeigt uns grüngelblich und braungrünliche bis braune Massen, die nur meist der stürmischeren Verdunstung wegen minder fein, als im Inhalt des Nahrungscanales vertheilt sind. Der vollkommen trockene Rückstand dagegen führt viele dunkelbraune Massen, die in der gelbgrünen Grundlage zerstreut sind und ihrer Farbe nach an Menschenkoth erinnern.

Hat man die schleimige Masse, die bei dem Filtriren der Menschengalle auf dem Filtrum bleibt, eine Zeit lang stehen lassen, so bemerkt man schon in ihr unter dem Mikroskope viele einzelne braunrothe Stücke. Das

---

[1]) Bouchardat und Sandras, Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XX. Paris, 1845. 8. p. 147.

[2]) Budge, in Roser und Wunderlich's Archiv. Bd. III. S. 404. und in Schmidt-Göschen's Jahrbüchern. Bd. XLV. Leipzig, 1845. 4. S. 4.

Ganze erhält ein braungelbliches Aussehen und giebt nach dem Verdunsten eine gelbgrüne Grundmasse, in der braunröthliche Körper vertheilt sind. Die letzteren vermehren sich, wenn man Essigsäure zu dem Filtrationsrückstande hinzufügt.

727 Dünndarmgase. — Eberle giebt an, daß schon die freie Säure des Darmsaftes oder der sauere Bauchspeichel Kohlensäurebläschen aus der Galle entwickeln soll. Lassen wir auch diese Thatsache, die noch der Bestättigung bedarf, unberücksichtigt, so muß doch der Magen Gase in den Dünndarm eintreiben und die Gährung der Speisen verschiedene Luftarten entwickeln können. Der Darm selbst ist wenigstens krankhafter Weise im Stande, elastisch flüssige Stoffe auszuhauchen.

728 Magendie und Chevreul untersuchten die Darmgase dreier Hingerichteten, von denen die beiden ersten Brod, Käse und Rothwein zwei Stunden, der dritte dagegen Brod, Rindfleisch, Linsen und Rothwein vier Stunden vor dem Tode verzehrt hatte. Stellen wir wiederum (§. 685.) die Ergebnisse dieser Untersuchung mit der, die Chevillot an Leichen vorgenommen, zusammen, so erhalten wir:

	Dünndarmgas.	Volumenprocente					Beobachter.
		der Kohlensäure.	des Sauerstoffs.	des Stickstoffs.	des Wasserstoffs.	des Kohlenwasserstoffs	
1	Verhältnißmäßig ältere Leiche	23,11 bis 57,80	2,00 bis 3,00	57,80 bis 66,80	55,00	Spuren (selten)	Chevillot.
2	Hingerichteter Nr. 1.	24,39	—	20,08	55,53	—	Magendie und Chevreul.
3	dsgl. Nr. 2.	40,00	—	8,85	51,15	—	
4	dsgl. Nr. 3.	25,00	—	66,60	8,40	—	

Vergleichen wir die hier erhaltenen Zahlenwerthe mit denen, die sich für das Magengas ergaben (§. 685.), so sehen wir, daß schon aller Sauerstoff oder wenigstens der bei Weitem größte Theil desselben in dem Dünndarme mangelt. Die Kohlensäure und der Wasserstoff haben dafür beträchtlich zugenommen. Die Anwesenheit des Wasserstoffes lehrt deutlich, daß nicht die Veränderung der Gasarten durch die Wechselwirkung mit dem Blute allein entstanden sein kann, sondern daß dabei die Gährungserscheinungen ihren Hauptantheil haben mußten. Da die Menge der Kohlensäure und vorzüglich des ungebundenen Wasserstoffes in keinem Verhältnisse zu dem verschwundenen Sauerstoffe steht, so muß zum Theil der Umsatz auf Kosten der Wasserzerlegung vor sich gegangen sein. Lassen sich aber noch keine bedeutenden Quantitäten von Kohlenwasserstoff in dem Dünndarme nachweisen, so ergiebt sich, daß hier ein Gährungsproceß Statt fand, der zwar das leicht zu Gebote stehende Wasser zu seinen Zwecken benutzte und sich des Sauerstoffs bemächtigte, den Wasserstoff dagegen frei machte, daß aber aller Kohlenstoff, der davon ging, seine höchste Orydationsstufe zu erreichen im Stande war.

729 Blinddarmverdauung. — Die breiige Masse, die von den dünnen Gedärmen herunterkommt, geht allmählig in dem Blinddarme, dem Wurmfortsatze und dem Grimmdarme in wahren Koth über. Der Inhalt des Blinddarms wechselt im Menschen in hohem Grade. Das Cöcum enthält nur häufig Gase; ein gelblicher, gelbgrüner bis braungrüner Brei füllt es in anderen Fällen vollständig oder unvollständig aus. Die mikroskopische Untersuchung der frischen dichten Mischung weist oft schon zahlreiche Krystalle nach. Kommen auch hier noch viele gelbe Massen (§. 720.) vor, so haben doch schon in der Regel die bräunlichen, mit den schärferen Umrissen das Uebergewicht. Ließ ich halbflüssigen gelben Blinddarmbrei des Menschen in einem Reagenzgläschen 24 Stunden an der Luft stehen, so wurde er nicht nur dichter, sondern hatte auch im Ganzen eine bräunlichere und an einzelnen Stellen eine bräunlichgrüne Färbung angenommen. Die Farbe und zum Theil der Geruch erinnerten an Menschenkoth. Das Mikroskop zeigte eine bedeutende Menge verhältnißmäßig großer Krystalle. Die Grundmasse war etwas dunkeler wie früher geworden; zahlreiche, rundliche, längliche, rosettenförmige oder ganz unregelmäßige Festgebilde traten in ihr an vielen Punkten auf. Das Ganze hatte kaum eine Spur freier Säure.

730 Da ähnliche Veränderungen in den dicken Gedärmen des lebenden Körpers auftreten und hier der freie Sauerstoff mangelt, so muß der erwähnte Wechsel der Bestandtheile des Blinddarmbreies von jedem chemischen Einflusse der atmosphärischen Luft unabhängig sein. Der größere Wasserverlust allein bildet die anregende Ursache der Erscheinung.

731 Reinigte ich die Blinddarmschleimhaut des Menschen mit Wasser, so röthete sie weder gewöhnliches Lacmus-, noch empfindlicheres Heidelbeerpapier. Curcuma dagegen erhielt einen Stich ins Röthliche, so daß eher freie oder kohlensauere Alkalien vorhanden waren. Die Angaben anderer Forscher deuten darauf hin, daß die Reaction des Blinddarmbreies nach Verschiedenheit der Nahrung oder aus anderen Gründen schwankt. Tiedemann und Gmelin [1]) fanden ihn deutlich sauer in Hunden, die mit geronnenem Eiweiß, Käse, Eiweiß und Semmel, rohem oder gekochtem Rindfleisch, Knochen, gekochtem Stärkmehl [2]), Reis oder Kartoffeln gefüttert waren. Hatten sie dagegen flüssiges Eiweiß, Thierleim, Kleber mit Milch oder reine Knochen erhalten, so wurde die Lacmustinctur nicht wesentlich verändert. Ein Pferd, das Hafer gefressen, besaß einen saueren Blinddarmbrei, als ein anderes, das Stärkmehl zu sich genommen. Der Cöcalinhalt eines Kalbes, das Milch verzehrt hatte, reagirte sauer, während der eines mit Gras gefütterten Schaafes alkalisch war und mit Säuren aufbrauste. Hatte ein Hund Schweineschmalz erhalten, so röthete nicht sein Dickdarminhalt nach Bouchardat und Sandras [3]) das Lac-

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, Die Verdauung. Bd. I. S. 370.
[2]) Siehe die gleiche Erfahrung bei Bouchardat und Sandras, Annales des sciences naturelles. Tome XVIII. p. 233.
[3]) Ebendaselbst, p. 237.

muspapier. Steinhäuser[1]) fand größtentheils den Darmsaft und die Excremente einer 41jährigen Frau, die an einer Kothfistel des aufsteigenden Grimmdarmes litt, sauer und nur selten neutral.

Stoßen wir auf eine sauere Reaction des mit festen Massen gefüllten Blinddarmes, so kann sie von zweierlei Ursachen herrühren. Es wäre möglich, daß das thätige Cöcum einen saueren Schleim, wie der Magen, absonderte. Die Säure kann aber auch von den in Zersetzung begriffenen Speiseresten stammen. Blondlot und Bernard[2]) behaupten mit Bestimmtheit, daß die freie Säure des Blinddarmes von der Milchsäure, die aus der Gährung der Kohlenhydrate hervorgeht, erzeugt wird. Hunde, die mit Fleisch gefüttert werden, sollen sie nie nach Bernard darbieten — eine Behauptung, die man mit Recht, wie man sieht, nach den früheren Erfahrungen von Tiedemann und Gmelin bezweifeln kann. 732

Da der Blinddarm den höchsten Grad seiner Entwicklung in den Pflanzen- und den geringsten in den Fleischfressern erreicht, so läßt sich annehmen, daß er eine wesentliche Rolle für die Bearbeitung der rohen Pflanzennahrung nimmt. Wir finden ihn auch immer mit einem grünen Brei in dem Pferde, dem Kaninchen und ähnlichen Thieren strotzend gefüllt. 733

Bedenken wir, daß größtentheils die weicheren Proteinkörper, die gekochte Stärke und die Fette in dem Magen und dem Dünndarm gelöst werden, so können nur die dichteren Stoffe, welche durch die Wirkung der vorangehenden Theile des Nahrungscanales aufgelockert, nicht aber verflüssigt worden, dem Blinddarme anheimfallen. Nahmen nun manche Schriftsteller, wie Tiedemann und Gmelin oder C. H. Schultz, an, daß dieser die Speisen wie ein zweiter Magen ausziehe, so liegt hierin keine Unmöglichkeit. Denn viele Stoffe, die dem Magen selbst noch widerstehen, können eine solche Mürbheit durch die Gährungserscheinungen, die in dem Dünndarme eingeleitet wurden, erlangen, daß sie jetzt ähnlichen Einwirkungen unterliegen. 734

Die Drüsen des Blinddarmes erinnern in mancher Hinsicht an die des Magens. Sie stehen ebenfalls senkrecht und überschreiten nicht die Grenze der Schleimhaut; sie sind aber im Ganzen weniger dicht zusammengehäuft, haben eine hellere Epithelialbildung und schwellen in geringerem Grade an ihren blinden Enden an. Einzelne geschlossene Kapseln liegen in der übrigen Schleimhaut zerstreut. 735

Besitzt ihre Absonderung Contactsubstanzen, welche die Gegenwart freier Säure zu ihrer Wirkung nöthig haben, so wird diese häufig im Nothfalle von dem Darminhalt selbst geliefert werden können. Es frägt sich aber zunächst, ob dann die Blinddarmschleimhaut eine künstliche Verdauungsflüssigkeit, wie der Magen, liefern kann. Eine von mir angestellte Versuchsreihe scheint sogar die Frage für dichtere Proteinmassen zu be- 736

---

[1]) C. O. Steinhäuser, Experimenta nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi. Lipsiae, 1841. 4. p. 20.

[2]) Gazette médicale de Paris, 1844. p. 170.

jahen. An der Luft erhärtete Eiweißwürfel, Rindfleisch und die Häute des Blinddarmes selbst wurden aufgelöst, das Fett dagegen ausgeschieden.

Ließ ich Wasser, das mit mikrolytischen Salzsäuremengen versetzt war, auf stark gekochtes Rindfleisch wirken, so wurden nach und nach die Rand- und Flächentheile aufgelöst. Eine vollständige Verflüssigung kam aber selbst nicht nach mehreren Tagen zu Stande. Gebrauchte ich nur Blinddarmschleimhaut und angesäuertes Wasser, so ward jene erweicht und angegriffen. Die Mischung hatte einen Stich ins Röthliche und führte Oeltropfen an ihrer Oberfläche. Versetzte ich das Filtrat mit mäßigen Mengen kohlensaueren Kalis, so erhielt ich einen reichlichen Niederschlag in der Siedhitze. War mehr Salz hinzugefügt worden, so blieb Alles selbst bei dem Kochen klar.

Da vorzüglich die dichteren Proteinkörper, die dem Magen und dem Dünndarme widerstehen, einem nachträglichen Auflösungsversuche unterworfen werden, so behandelte ich Eiweißwürfel, die 5 bis 6 Tage vorher an der Luft erhärtet worden waren, mit angesäuertem Wasser und Blinddarmschleimhaut in der Digestionswärme. Die Mischung wurde wieder schwach röthlich und hatte Oeltropfen an ihrer Oberfläche. Die Schleimhaut selbst lockerte sich auf, erweichte immer mehr und mehr und löste sich endlich eher als die Eiweißwürfel, die jedoch auch später angegriffen wurden. Rohes Pferdefleisch wurde größtentheils in einer ähnlichen Behandlungsweise aufgelöst. Es blieben nur weiche, gallertige, bei dem geringsten Drucke zerreißende Bruchstücke übrig. Die Flüssigkeit selbst hatte eine bräunlichgelbe Farbe, trug Oeltropfen an ihrer Oberfläche und besaß einen kaum unangenehmeren Geruch, als die aus Blinddarmschleimhaut und angesäuertem Wasser bestehende Mischung. Gekochtes Rindfleisch, das dem gleichen künstlichen Blinddarmauszuge unterworfen wurde, löste sich fast gänzlich in derselben Zeit. Das schmutzig braungelbliche Fluidum war mit Oeltropfen bedeckt und roch sehr unangenehm.

Legte ich gekochtes Rindfleisch in eine Mischung von angesäuertem Wasser, von Blinddarmschleimhaut und dem Gallenniederschlage, der durch Essigsäure erzeugt und an der Luft grün geworden war, so behielt es zwar eine größere Dichtigkeit als früher bei, wurde jedoch endlich ebenfalls angegriffen. Die sauere Flüssigkeit, deren Oberfläche Oeltropfen bedeckten, roch, wie es schien, schwächer als sonst. Sie entfärbte sich gänzlich, wenn sie sich in der Digestionswärme im Dunkeln befand, wurde wieder am Lichte binnen Kurzem grün und verlor später ihre Farbe im Finsteren in geringerem Grade. Eine ähnliche Mischung, die nur statt des Gallenniederschlages trübe unfiltrirte Menschengalle enthielt, wurde selbst im Dunkeln grün, griff das Fleisch etwas stärker an, entband ebenfalls Fetttropfen, reagirte schwach sauer und roch ziemlich unangenehm.

737 Können sich auch möglicher Weise härtere Proteinkörper in dem Blinddarme, wenn irgendwie freie Säure hinzukommt, lösen, ohne daß die Anwesenheit der Galle oder des Gallenniederschlags die Wirkung hemmt, so beruht doch gewiß nicht hierin die ausschließliche Thätigkeit des Cöcum. Es wäre möglich, daß erst an dieser Stelle gewisse Proteinmassen der Pflanzennahrung verarbeitet würden. Bedenken wir aber, daß noch häufig genug stickstofflose Verbindungen in dem Blinddarmbrei vorkommen, so dürfte die Annahme nicht fern liegen, daß hier die härteren, dem Stärkmehl verwandten vegetabilischen Stoffe, dichtere Zellenwände und ähnliche Gebilde verflüssigt und auf zweckmäßige Weise umgesetzt werden. Gährungserscheinungen können noch den Umsatz der mannigfachsten Kohlenhydrate unterstützen.

Wir haben schon früher (§. 546.) gesehen, daß vielleicht die Größenverschiedenheit, die der Blinddarm in verschiedenen Menschen darbietet, mit dem Vorherrschen der pflanzlichen oder thierischen Nahrung zusammenhängt. C. H. Schultz giebt an, daß sich skrophulöse Kinder durch einen größeren Blinddarm auszeichnen.

738 Die faulige Zersetzung, welche die Kothbildung einleitet und die sich durch den Geruch am deutlichsten verräth, giebt sich zuerst in dem Blind-

darm kund. Man hat aber noch nicht die näheren Verhältnisse, die sie begleiten und die Ursachen, welche sie anregen, ermittelt. Die Beschaffenheit der dabei frei werdenden Gase deutet an, daß sie in mancher Hinsicht an die allmählige Selbstzerlegung, in die organische Körper unter Wasser gerathen, erinnert.

Die todte Blinddarmschleimhaut bildet keinen mächtigen Fäulnißerreger. 739 Fleisch und Käsestoff können sich in ihr verhältnißmäßig lange ohne auffallend durchgreifende Zersetzung erhalten.

Schließt man den unteren Theil des Dünndarmes in Blinddarmstücken ein, so soll er nach Eberle eine dunkelere Farbe annehmen und Schwefelwasserstoff erzeugen. Wickelte ich gekochtes Rindfleisch in abgewaschene menschliche Blinddarmschleimhaut, legte das Ganze in eine flache Abrauchschaale, umgab es von außen mit etwas destillirtem Wasser, um das Eintrocknen zu verhüten, und ließ es 20 Stunden in mäßiger Wärme stehen, so war nicht das Fleisch äußerlich angegriffen; es erschien aber blasser, als früher und hatte den Geruch der Blinddarmschleimhaut in hohem Grade angenommen. Es roch etwas schwächer, wenn ein Tropfen Salzsäure bei Wiederholung des Versuchs zugesetzt wurde. Käsestoff, der aus der Kuhmilch durch Essigsäure gefällt, ausgewaschen und an der Luft getrocknet war, roch intensiv, man mochte Salzsäure zugesetzt haben oder nicht. Die Ränder der hornigen Masse hatten sich zugleich in geringem Grade erweicht. Man sieht hieraus, daß keine sichtliche Fäulniß der Proteinkörper in meinen Versuchen zu Stande kam. Der Riechstoff der Blinddarmschleimhaut theilte sich nur ihnen mit, es mochte freie Säure vorhanden sein oder nicht.

Die chemischen Untersuchungen, denen bis jetzt der Blinddarmbrei unterworfen worden, reichen noch nicht hin, die Stoffe, die hier mit der Verschiedenheit der Nahrung auftreten, anzugeben. Tiedemann und Gmelin [1]) fanden größere Mengen von Eiweiß in dem Cöcalinhalte von Hunden, die mit flüssigem Eiweiß oder mit Leim gefüttert waren. Es trat dagegen in geringer Menge nach dem Genuß von Käse oder Kleber auf und mangelte nach dem von Milch oder Knochen gänzlich. Während es bei einem mit Hafer versehenen Pferde und einem mit Milch ernährten Kalbe im reichlichsten Maaße vorhanden war, konnte es nur in sparsamer Menge in einem Pferde, das gekochte Stärke erhalten hatte, aufgefunden werden. 740

Der Blinddarmbrei eines mit Käse genährten Hundes, des mit gekochter Stärke gefütterten Pferdes und der von Schaafen, die Gras, Stroh und Hafer bekommen hatten, enthielt eine durch Zinnchlorür fällbare Verbindung, die nach Tiedemann und Gmelin dem sogenannten Osmazom oder Speichelstoff verwandt war. Pflanzen- und Fleischfresser zeigten noch häufig einen eigenen Körper, der sich durch Chlor, Salzsäure, Salpetersäure, Zinnchlorür, Sublimat, Bleizucker und salpetersaueres Quecksilberoxydul röthete. 741

Der Cöcalrückstand eines mit Butter und eines mit Brod und Rindfleisch ernährten Hundes enthielt Fett, der eines Pferdes, das Hafer gefressen, ein grünlich braunes und der eines Schaafes, das Stroh bekommen, ein braungrünes schmieriges Harz. Gallenfett und wahrscheinlich Gallenharz und Gallenfarbestoff zeigten sich in einem mit Milch gefütterten Kalbe. 742

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, a. a. O. Bd. I. S. 313.

743 Zog ich den gelben, fast neutral reagirenden Blinddarmbrei eines Mannes, in dem keine fremden Massen durch das Mikroskop erkannt werden konnten, mit Wasser aus, so setzte das gelbliche, schwach alkalische Filtrat grauweiße Eiweißflocken beim Kochen ab. Salzsäure, Salpetersäure oder salpetersaueres Quecksilberoxydul erzeugten weiße bis röthlichweiße Niederschläge nach 24stündigem Stehen des Ganzen. Die klaren darüber befindlichen Flüssigkeiten hatten eine röthliche Farbe, die jedoch in der Salzsäuremischung am schwächsten war, angenommen. Die sich röthende Verbindung, die Tiedemann und Gmelin zuerst bemerkt haben, trat mithin auch hier hervor. Kleesaueres Ammoniak fällte kleesauere Kalkerde, ohne daß eine Veränderung des Aussehens des Fluidum zu Stande kam.

744 Tiedemann und Gmelin haben auch noch die Aschenbestandtheile des Blinddarminhaltes eines Schaafes untersucht. Sie bestanden aus kohlensaueren, phosphorsaueren und schwefelsaueren Verbindungen des Natron, Chlornatrium und kohlensauerer und phosphorsauerer Kalkerde.

745 Läßt man Blinddarmbrei an der Luft faulen, so kann er schon die Beschaffenheit des Kothes annehmen. Stellte ich den des Menschen, der von gelblicher Farbe war, wenig stank und noch keinen Kothgeruch besaß, drei Tage lang an die Luft, so roch der dichte Rückstand, der sich durch das Eintrocknen erzeugte, schwach kothig. Uebergoß ich die braungelbe bis braune Masse mit Wasser und rührte das Ganze mit einem Glasstabe um, so entwickelte sie einen durchdringenden Excrementalgestank, der das ganze Zimmer erfüllte. Wir haben aber hier eine Erscheinung, die auch bei anderen Riechstoffen hin und wieder vorkommt. Die feste Masse riecht weniger, weil sich dann zu geringe Mengen verflüchtigen. Ist dagegen die Mischung befeuchtet, so gehen wahrscheinlich riechende Theile mit dem Verdunstungswasser davon und verbreiten sich in größeren Strecken.

746 Die Rolle des Wurmfortsatzes ist noch dunklerer, als die des Blinddarmes. Seine Schleimhaut besitzt zwar dieselben Drüsen, wie die des Cöcum; allein die Menge der geschlossenen Bläschen herrscht hier in der Regel vor. Der zähe Ueberzug, der die Innenhaut bekleidet, ist meistentheils im Menschen nach Goldschmid Nanninga[1]) sauer. Der Blinddarmbrei selbst kann aber auch eine neutrale Beschaffenheit darbieten.

747 Behandelte ich in der Digestionswärme gekochtes Rindfleisch mit angesäuertem Wasser, das Stückchen des Wurmfortsatzes enthielt, so wurde es etwas weniger als das, welches der gleichen Flüssigkeit und der Schleimhaut des Blinddarmes ausgesetzt war, angegriffen. Alle anderen Unterschiede mangelten dagegen. Es wäre möglich, daß die schleimigte Masse, die in dem Wurmfortsatze gebildet wird, nicht bloß auf die Speisereste, die in ihn eindringen, wirkte, sondern daß auch ein Theil derselben in den Blinddarm hinabginge, um hier zu dessen Umsatzerscheinungen beizutragen. Sebastian[2]) vergleicht den Wurmfortsatz mit den Pförtneranhängen, wie sie

[1]) Joh. Goldschmid Nanninga, Diss. de fabrica et functione processus vermiformis intestini coeci. Groningae, 1840. p. 46 — 50.

[2]) Ebendaselbst, p. 44.

in vielen Fischen am Pförtnerrohre und dem Anfange der dünnen Gedärme vorkommen. Steinigte Ablagerungen finden sich hier nicht selten, vorzüglich im männlichen Geschlechte [1]).

748 Dickdarmverdauung und Kothbildung. — Wird die Schleimhaut der dicken Gedärme durch freie Säure in ihren Wirkungen unterstützt, so kann sie geronnene Proteinkörper auflösen. Schob Steinhäuser [2]) Stücke von hartgekochten Eiern in die Fistel des aufsteigenden Grimmdarmes, an welcher die von ihm beobachtete Kranke litt, so enthielten die Kothmassen kein geronnenes Eiweiß mehr. Es gingen aber noch bisweilen Eigelbstückchen mit ihnen ab. Bereitete ich eine künstliche, angesäuerte Verdauungsflüssigkeit aus Bruchstücken des aufsteigenden Grimmdarmes, so löste sie gekochtes Rindfleisch rascher, als die ähnliche Mischung des Wurmfortsatzes und etwas langsamer als die des Blinddarmes auf.

749 Die eigenthümliche Veränderung der Verdauungsreste, welche die Kothbildung bedingt, fängt schon im Cöcum an, setzt sich in dem aufsteigenden Grimmdarme fort und wird hier oder in den anderen Theilen der dicken Gedärme vollendet. Die unauflöslichen Rückstände der Speisen unterliegen wahrscheinlich hierbei einem abermaligen Umsatze. Es läßt sich aber durch Versuche zeigen, daß die auffallendsten Eigenschaften der Kothmassen nicht sowohl von ihnen, als von den Galleniederschlägen herrühren.

750 Die äußeren Erscheinungen sprechen schon hierfür in hohem Grade. Füttern wir einen Hund und eine Katze mit demselben Fleische, so verbreiten doch nicht ihre Excremente den gleichen Geruch. Ihre Farbe kann zwar mit der Verschiedenheit der unverdaulichen Speisereste wechseln. Diese Ursache greift aber nicht in allen Fällen durch. Fressen ein Pferd und ein Ochse dasselbe Wiesenheu, so entleert doch jenes immer gelbe und dieser grüne halbfeste Kothmassen.

751 Verfolgen wir den Geruch, den die Excremente von sich geben, genauer, so finden wir, daß die Riechstoffe allgemeiner im Körper verbreitet sein müssen. Der Harn, der Koth und das frische oder faulende Fleisch hat oft den gleichen charakteristischen Geruch in jedem einzelnen Thiere. Die Ausdünstung der Kaninchen, der Pferde, des Hundes und der Katze macht auf unsere Nase denselben, nur schwächeren Eindruck, wie der Koth oder der Harn derselben Geschöpfe. Das Ochsenfleisch riecht im Wesentlichen wie die Excremente des Rindes. Die flüchtigen Riechstoffe, die Schwefelsäure aus dem Blute treibt, belegen dieses noch deutlicher. Wir können mit Recht vermuthen, daß sogar diese Aehnlichkeit für die einzelnen Menschen wiederkehrt. Ein Spürhund erkennt die Kothmassen seines Herrn durch die Ausdünstung, die sie verbreiten.

752 Prüft man vergleichungsweise faulende Nahrungsmittel und die in Selbstzersetzung begriffene Galle, so erhält man die Gewißheit, daß die Farbe und der Geruch des Kothes von dieser und nicht von jenen herrührt.

[1]) Vergl. A. Volz, Die durch Kothsteine bedingte Durchbohrung des Wurmfortsatzes. Carlsruhe, 1846. 8. S. 8 fgg.
[2]) Steinhäuser, a. a. O. p. 18.

Ließ ich die schleimige Masse, die nach Filtration der Menschengalle auf dem Papier zurückblieb, 11 Tage lang im warmen Zimmer stehen, so trocknete sie zu einem braunen Körper, der ganz wie mäßig dunkeler Koth aussah, zusammen und stank wie dieser. Hatte ich sie von Neuem mit Wasser befeuchtet, so nahm bald darauf der Geruch zu. Filtrirte Rindsgalle, die 26 Tage lang unter den gleichen Verhältnissen gestanden hatte, hierbei bierfarben und trüb geworden war und einen gelbgrünlichen Niederschlag absetzte, roch vollkommen wie Kuhmist. Die frische Galle des Ochsen verbreitet einen schwach moschusartigen Geruch im Anfange der Selbstzersetzung. Er kehrt auch zuweilen in den eintrocknenden Excrementen des Rindes wieder.

753 Chlor und viel Salzsäure beschränken den Geruch der unter Wasser faulenden Galle eben so gut, als den der Excremente. Setzte ich eine bedeutende Menge kohlensaueren Kalis zu dem Filtrate, das ich aus dem künstlichen Kothe menschlichen Blinddarmbreies gewonnen hatte, hinzu, so schwächte sich der Kothgeruch in bedeutendem Grade.

754 Der Galleniederschlag, der im Anfange gelbgrünlich ist, wird später grüner und nimmt eine braune bis braunschwarze Farbe bei dem Eintrocknen und Faulen an. Der Menschenkoth ist in ähnlicher Weise um so dunkeler, je festere und trockenere Massen er bildet. Er wird um so braunschwarzer, je mehr er Wasser verloren hat. Die verschiedenen Thiere bieten auch in dieser Hinsicht Abweichungen, die mit den Verhältnissen ihrer Galle und ihrer Dickdarmverdauung zusammenhängen, dar. Das Rind entleert flüssige und grüne Excremente. Ist auch der Blinddarmbrei des Kaninchens grün, so werden doch die festen runden Kothballen dieses Thieres schwärzlich. Die Excremente des Pferdes aber bewahren eine eigenthümliche gelbe Färbung bis zu ihrem Austritte aus dem After.

755 Der Einfluß, den die Galle auf die Kothbildung hat, wird allein durch den gefärbten Niederschlag, welchen geringe Säuremengen erzeugen, bedingt. Das Uebrige verfällt wahrscheinlich der Aufsaugung und zwar, wie sich nach den früher angestellten Beobachtungen vermuthen läßt, in farblosem oder wenig gefärbtem Zustande. Die Bestandtheile der Galle hemmen vermuthlich noch die gewöhnliche Fäulniß der Excrementalmassen. Leidet ein Mensch an Gelbsucht, so entleert er grauweiße Kothballen, die den heftigsten Fäulniß-, nicht aber den eigenthümlichen Excrementalgeruch verbreiten.

756 Dickdarmgase. — Die Gase, die in den dicken Gedärmen vorkommen, beweisen, daß hier die Umsatzerscheinungen einen Schritt weiter, als in dem Dünndarme gehen. Das Merkmahl der mit Wasserzersetzung verknüpften unvollständigen Verbrennung, das Kohlenwasserstoffgas, tritt hier entschieden hervor. Denn Chevillot, Magendie und Chevreul erhielten:

Gas.	Volumenprocente					Beobachter.
	der Kohlensäure.	des Sauerstoffs.	des Stickstoffs.	des Wasserstoffs.	des Kohlenwasserstoffs.	
Dickdarmgase (verhältnißmäßig älterer Leichen)	23,11 — 93,00	2,00 — 3,00	65,20 — 99,00	Geringe Menge	28,00	Chevillot.
Blinddarmgas des Hingerichteten Nr. 3. (§. 728.)	22,50	—	67,50	7,50	12,50	Magendie und Chevreul.
Dickdarmgas des Hingerichteten Nr. 1.	43,50	—	51,03	—	5,47	
Dickdarmgas des Hingerichteten Nr. 2.	70,00	—	18,40	11,60		
Mastdarmgas des Hingerichteten Nr. 3.	42,86	—	45,96	—	11,18	

Man sieht zugleich, wie sehr die vollständigste Oxydationsstufe, die Kohlensäure, nach Verschiedenheit der Zustände wechselt. Sie steht aber in keinem bestimmten Verhältnisse zu den nebenbei vorhandenen Mengen des Wasserstoffes und des Kohlenwasserstoffes.

757 Koth. — Die regelrechten Excremente enthalten nicht bloß die unlöslichen Reste der Speisen, sondern auch manche andere Verbindungen, die sogar den chemischen Verhältnissen nach aufgenommen werden könnten. Der Koth von Hunden, die viel Knochen verzehrt haben, führt reichliche Mengen phosphorsauerer Salze. War eine beträchtliche Masse phosphorsauerer Bittererde mit den Nahrungsmitteln eingeführt worden, so tritt sie zu einem großen Theile im Kothe als phosphorsauere Ammoniak-Magnesia aus. Dieses Doppelsalz, das man häufig bei der mikroskopischen Untersuchung der menschlichen Excremente findet, kann sich auch auf mittelbarem Wege erzeugen. Uebergoß Berzelius[1]) Menschenkoth mit Wasser und ließ das Filtrat in einer verkorkten Flasche stehen, so bedeckte es sich mit einer Haut, die viele Kryställchen von phosphorsauerer Ammoniak-Magnesia enthielt. Die anfangs farblose Flüssigkeit wurde an der Luft braun. Ihr Aussehen erlitt mithin ähnliche Veränderungen, wie die aus Stücken der dicken Gedärme bereitete Verdauungsflüssigkeit.

758 Härtere Holzfasergebilde, Pflanzenstücke, die größtentheils aus einem Kieselskelette bestehen, festere Horngewebe und ähnliche Körper machen häufig die mechanischen Gemengtheile des Kothes aus. Es hängt übrigens in hohem Grade von den Verdauungskräften des Menschen ab, wie viel hiervon verarbeitet wird oder nicht.

---

[1]) J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Vierte Auflage. Uebersetzt von Wöhler. Bd. IX. Dresden und Leipzig, 1840. 8. S. 341.

759 Der Menschenkoth enthält oft geringe Mengen organischer Stoffe, die weder mit dem Galleniederschlage übereinstimmen, noch in den Säften des Körpers unlöslich sind. Berzelius[1]) fand z. B. 0,9% Eiweiß und 2,7% eines in Wasser löslichen Extractivstoffes in den neutralen Excrementen eines Arbeiters, der viel grobes hartgebackenes Brod nebst pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln verzehrt hatte. Die Galle betrug nur 0,9%, der im Darm hinzugekommene Schleim- und Galleniederschlag 14%, die Masse der unlöslichen Speisereste 7% und die der Salze 1,2%. Nehmen wir an, daß im Durchschnitt der Koth 75% Wasser führt, so würden hiernach die Gallenreste und der Darmschleim 3,72% oder ungefähr $\frac{1}{27}$ der frischen Excremente ausmachen, Liebig[2]) giebt an, daß die Entleerungen der Fleischfresser keine Spuren Galle oder Natron enthalten sollen.

760 Die vergleichende Bestimmung der Bestandtheile der Nahrungsmittel und der Excremente stößt deshalb auf viele Schwierigkeiten, weil sich häufig die Kothmassen im Dickdarm lange aufhalten. Nur der fortgesetzte Genuß einer und derselben Speise könnte hier sicheren Aufschluß über die quantitativen Mengen der einzelnen Bestandtheile liefern. Die Untersuchungen, die in dieser Hinsicht zur Aufhellung der Ernährungserscheinungen angestellt worden, halten sich zu sehr an das Allgemeine, als daß sie die hier in Betracht kommende Aufgabe lösen könnten.

Macaire und Marcet[3]) haben den Versuch gemacht, die Excremente des Hundes und des Pferdes auf elementar-analytischem Wege vergleichend zu prüfen. Sie erhielten:

Thier.	Procentige Mengen des trockenen Rückstandes.				
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Hund	41,9	5,9	4,2	28,0	20,0
Pferd	38,6	6,6	0,8	29,0	25,0

Der Koth des Hundes enthielte also hiernach mehr als 5 mal so viel Stickstoff, wie der des Pferdes. Dieses führte dafür mehr Asche mit seinen Excrementen ab.

761 Man kennt noch nicht die Gründe, weshalb der menschliche Koth bald neutral, bald sauer oder selbst alkalisch ist. Seine Wassermenge wechselt zwar mit der Länge des Aufenthaltes in den dicken Gedärmen, bleibt aber in jedem Falle beträchtlich. Die Asche nahm 4% des festen Rückstandes in Berzelius[4]) Untersuchung ein. Sie bestand aus 26% Kochsalz, eben so viel phosphorsauerem Kalk, 22% kohlensauerem Natron, 13% schwefelsauerem Natron und 13% phosphorsauerer Bittererde. Enderlin[5]) fand 80,37% phosphorsaueren Kalk und Talk, 7,94% Kieselsäure, 4,53% schwe-

---

[1]) Berzelius, Ebendaselbst S. 345.

[2]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Braunschweig, 1842. 8. S. 62.

[3]) Macaire und Marcet, in den Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève. Tome V. Genève, 1832. 4. pag. 230.

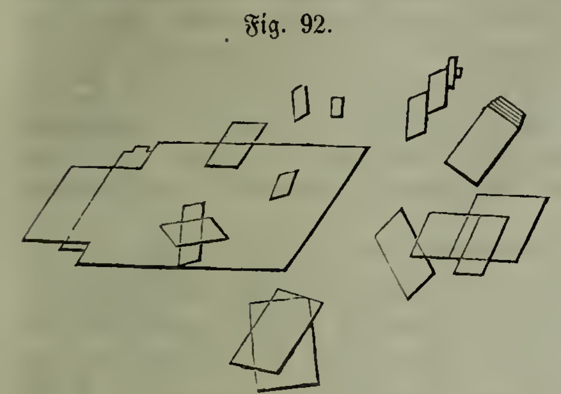
[4]) J. Berzelius, a. a. O. S. 345.

[5]) Heller's Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie. Wien, 1844. 8. S. 153.

felsaueren Kalk, 2,63% zweibasisch phosphorsaueres Natron, 2,09% phosphorsaueres Eisenoxyd und 1,37% Kochsalz und schwefelsaueres Alkali in einer ähnlichen Bestimmung.

Die Excremente des Neugeborenen oder das Kindspech, Meconium, führen bedeutende Mengen von Schleim, Epithelien und niedergeschlagenen galligten Stoffen. Das Mikroskop zeigt noch häufig rhombische Gallenfettblättchen (Fig. 92.) als mechanische Gemengtheile. Fr. Simon[1]) erhielt 16% Gallenfett, 34% einer käsestoffartigen Verbindung, 20,40% Umsatzproducte der Galle (?), 26% Eiweiß, Schleim und Epithelialzellen und 3,60% Verlust in 100 Theilen festen Rückstandes. Der gelbe sauer riechende Koth eines 6tägigen, mit Muttermilch ernährten Säuglings führte 14% Feuchtigkeit, 18% geronnenen Käsestoff und Schleim und 68% Gallenfarbestoff und Fett. Das kurz nach der Geburt ausgeflossene Kindspech gab nach J. Davy[2]) 72,7% Wasser, 23,6% Schleim- und Epithelialblättchen, 7,0% Cholestearin und Margarin und 3,0% Gallenstoffe. Man sieht, daß diese Mittheilungen keine allgemeinen Schlüsse ihrer Natur nach gestatten. Ein Theil des Käsestoffes und des Fettes der Milch ging in dem von Simon untersuchten und wie es scheint, regelrechten Falle unverdaut ab.

Fig. 92.



762 Enthalten die Excremente verhältnißmäßig bedeutende Mengen freier Säuren, so wird sich hierdurch die fäulnißartige Zersetzung der Kothmassen vermindern. Legte ich Stücke des Blinddarmes, des Wurmfortsatzes oder des Grimmdarmes des Menschen in schwach angesäuertes Wasser, so rochen schon die Mischungen im Anfange in geringem Grade faulig und zum Theil kothig. Hatten sie aber auch 24 Stunden im Warmen und 2 Tage im Kalten gestanden, so verstärkte sich nicht der Geruch auf merkliche Weise. Er hatte sich erst nach 5 Tagen, vorzüglich in denjenigen Flüssigkeiten, die Galle enthielten, in geringem Grade vermehrt. Befinden sich aber Stücke der genannten Darmtheile mit Wasser allein im Warmen, so riechen sie bald durchdringend faulig. Sehr sauere und daher lebhaft grün gefärbte Stühle, die häufig die Afterumgebungen anätzen, stinken auch oft in geringerem Maaße.

Die grünen Stühle, die der Gebrauch des Calomel, vorzüglich bei Kindern, nach sich zieht, sind ebenfalls oft sauer. Fr. Simon fand in 100 Theilen festen Rückstandes 10% eines cholestearinartigen grünen Fettes, 24,30% einer sogenannten speichelstoffähnlichen Verbindung, 21,40% Umsetzungsproducte der Galle, 11% Weingeistertract, 17,10% Eiweiß, Schleim und Epithelialzellen und 12,90% Salze. Quecksilber ist nicht immer in ihnen enthalten.

Eigenthümliche Krystalle der phosphorsaueren Erdverbindungen sollen nach Schoenlein[3]) in den Ausleerungen von Typhuskranken in größter Menge vorkommen, in anderen Durchfällen dagegen mangeln. Die Salze des flockigen Niederschlags, den die Typhusabgänge darbieten, betrugen nach Simon 32% des festen Rückstandes. Die Erdphos-

[1]) F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Berlin, 1842. 8. Bd. II. S. 488.

[2]) Heller's Archiv. 1844. S. 171.

[3]) Schoenlein, in Müller's Archiv. 1836. S. 258.

phate allein nahmen hiervon 14,6% in Anspruch. Die den Ausleerungen beigemischte Flüssigkeit wurde bisweilen durch Salpetersäure rosenroth und führte viel kohlensaueres Ammoniak und Eiweiß.

Die durch Salpetersäure bedingte rothe Färbung kommt auch in den Abgängen der asiatischen Cholera nach Vogel und Wittstock vor. Die trüben und farblosen alkalischen Entleerungen einer Frau, die an heftiger sporadischer Cholera litt, enthielten wahrscheinlich nach Simon kohlensaueres Ammoniak und Schwefelammonium. Ihre Flüssigkeit röthete sich zwar durch Salpetersäure, entfärbte sich aber wieder in der Siedhitze. Der Stuhl enthielt nur 2% fester Stoffe und zwar 0,008% Fett, 0,48% Extracte, 0,005% Eiweiß und Schleim, 1,34% Kochsalz, milchsaueres und essigsaueres Natron und phosphorsaueres Alkali und 0,06% phosphorsauere Kalk- und Talkerde. Beimischungen von Blut, Eiter, Jauche und ähnlichen Flüssigkeiten, die in der Ruhr, dem Typhus, bei Darmgeschwüren und in Vergiftungsfällen häufig auftreten, müssen die Mengen der Proteinkörper des Kothes vergrößern.

763 Die Zersetzung, in die der Inhalt der dicken Gedärme und der Koth geräth, begünstigt die Entwickelung der niederen Gewächse und Thiere, die häufig in solchen Abgangsmassen unter dem Mikroskope wahrgenommen werden. Der Dickdarminhalt der Wiederkäuer führt oft nach Remak und Mitscherlich Gährungspilze oder andere Schimmelbildungen. Böhm bemerkte sie in den Ausleerungen Cholerakranker. Die schon von Leuwenhoek in den Durchfallabgängen gefundenen Infusionsthiere waren wahrscheinlich Vibrio Bacillus und eine Art von Bodo. Ehrenberg[1]) suchte sie jedoch in neuerer Zeit vergeblich. Schmarotzer, die in dem Nahrungscanale vorkommen, gehen häufig mit dem Stuhle davon. Er enthält daher nicht selten Spuhlwürmer, Madenwürmer oder Bandwürmer. Darmsteine gehen seltener vom Menschen[2]) als von Thieren ab.

764 Blähungen. — Die Blähungen, die zum After heraustreten, führen dieselben Gase, welche auch die dicken Gedärme enthalten. Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Wasserstoff und Stickstoff bilden ihre gewöhnlichen Bestandtheile und Schwefelwasserstoff eine nicht seltene Beimischung. Marchand[3]) fand z. B. in zwei Fällen:

Volumenprocente				
der Kohlensäure.	des Stickstoffes.	des Wasserstoffes.	des Kohlenwasserstoffes.	des Schwefelwasserstoffes.
44,5	14,0	25,0	15,5	1,0
36,5	29,0	12,5	22,0	—

Der Genuß schwefelreicher Nahrungsmittel und Arzneien oder Störungen der Verdauung begünstigen hier das Vorkommen von Schwefelwasserstoff. Künftige Untersuchungen müssen noch entscheiden, ob sich die früheren Angaben, daß auch die Blähungen Phosphorwasserstoff und Kohlenoxyd enthalten können, bestätigen oder nicht.

---

[1]) C. H. Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere Leben der organischen Natur. Leipzig, 1838. Fol. S. 331.

[2]) Eine Sammlung von Fällen des Menschen siehe in C. Steinberg, De concretionibus alvinis et ptyolithis, cholelithis, cystolithis. Halae, 1842. 8. pag. 1 — 4.

Der Riechstoff der Excremente begleitet die Gasarten, die der After entläßt. Er haftet lange an Kleidern, durch die Blähungen hindurchgegangen. Wolle und Tuch scheinen ihn am hartnäckigsten zurückzuhalten.

Eine übermäßige Menge von Gasen kann sich unter krankhaften Verhältnissen in dem Nahrungscanale oder der Bauchhöhle ansammeln. Man unterscheidet auch demgemäß eine innere und eine äußere Trommelsucht oder Tympanitis. Sie kann durch zu heftige Gährungsverhältnisse der Nahrungsmittel bedingt sein. Sie stellt sich daher z. B. in dem Rindviehe nach manchen unzweckmäßigen Fütterungsverhältnissen und in dem Menschen nach dem Genuß junger Weine ein, begleitet Verdauungsbeschwerden und Durchfälle oder folgt ihnen, wenn sie aufgehört haben, nach. Es kommt aber auch vor, daß die Trommelsucht ohne irgend reichliche gährungsfähige Nahrung auftritt. Eine Gasabsonderung des Darmes scheint vorzüglich in diesem Falle zu Stande zu kommen und durch den torpiden Zustand des Nahrungscanales begünstigt zu werden.

Die Luftarten, die sich bei der Trommelsucht des Menschen anhäufen, sind noch nicht mit den neueren eudiometrischen Hilfsmitteln geprüft worden. Mehrere Chemiker beschäftigten sich dagegen mit der Bestimmung der Gase, die bei der Blähung des Rindviehes vorkommen. Die Angaben weichen jedoch so sehr ab und lassen sich so wenig mit den ursächlichen Verhältnissen des Leidens in Beziehung bringen, daß neue Bestimmungen wünschenswerth erscheinen müssen. Es ergab sich:

Nro.	Volumenprocente der atmosphärischen Luft	der Kohlensäure.	des Kohlenwasserstoffes.	des Schwefelwasserstoffes.	Beobachter.
1	—	20 bis 60	40 bis 80	—	Pflüger.
2	25,0	27,0	48,0	—	Vogel.
3	5,0	5.0	15,0	80,0	Lameyran und Frémy.

Die Anwesenheit der Atmosphäre in Nr. 2 und 3 und die bedeutende Menge von Schwefelwasserstoff in Nr. 3 kann mit Recht befremden.

Die Wasserstoffmengen, die von den einzelnen Forschern in den Darm- und den Blähungsgasen angegeben worden, fordern auch noch zu ferneren Forschungen auf. Denn die bis jetzt bekannten Gesetze der Diffusion (§. 158.) lassen erwarten, daß ein großer Theil des Wasserstoffs gegen andere Luftarten ausgetauscht wird.

Einsaugung.

765 Die Einsaugung, Aufsaugung, Absorption oder Resorption führt viele Stoffe in die Säfte unseres Körpers und zwar vor Allem in die Ernährungsflüssigkeit, die Lymphe und das Blut über. Manche Forscher gebrauchen jene vier angeführten Ausdrücke ohne Unterschied. Andere dagegen legen besondere Nebenbegriffe jedem von ihnen zum Grunde. Einsaugung heißt dann der Vorgang, durch den die flüssigen und die aufgelösten Theile der Nahrungsmittel oder anderer in den Darm eingeführter Körper dem Milchsaft und dem Blute einverleibt werden. Vermitteln andere innere Flächen oder die äußere Haut den Uebergang der Verbindungen, so spricht man oft von Aufsaugung oder Absorption. Waren Körper, wie Blutgerinnsel oder Ausschwitzungsmassen, an einer Stelle des Organismus abgelagert und schwinden sie späterhin, so kommt dieses, wie man sich ausdrückt, auf dem Wege der Resorption zu Stande.

766 Da der Milchsaft, die Lymphe und das Blut in den Saugadern und den Blutgefäßen enthalten und mithin überall von organischen Häuten umschlossen sind, so können sie nur fremde Verbindungen auf dem Wege der Diffusion aufnehmen. Ihre Poren sind aber so klein, daß sie selbst nicht mikroskopische Körperchen durchlassen. Die Verflüssigung bildet daher die nothwendige Vorbedingung der Einsaugung,

Die Gesetze der Endosmose und Exosmose (§. 116. bis §. 147.) erklären zwar manche Punkte, die bei der uns hier beschäftigenden Thätigkeit in Betracht kommen. Die Wissenschaft ist jedoch noch nicht so weit vorgerückt, daß sie alle Erscheinungen der Einsaugung an der Hand jener Normen zu erläutern im Stande wäre.

Viele ältere Physiologen, denen noch die Grundlehren der Diffusionserscheinungen unbekannt waren, nahmen an, daß nicht bloß flüssige, sondern auch feste Gebilde von mikroskopischer Kleinheit in die Saugadern eindringen. Die späteren Forschungen beseitigten diese Vermuthung. Der größte Theil der Forscher neigt sich zu der Voraussetzung, daß Alles, was der Einsaugung verfallen soll, der flüssigen Form angehören muß. Herbst [1]) glaubte jedoch selbst in neuerer Zeit beobachtet zu haben, daß Fettkügelchen, Blutkörperchen, Indigotheilchen und ähnliche Molecüle ohne weitere Veränderung in die Lymphgefäße treten.

Die an todten Theilen angestellten Versuche liefern keine Thatsache, die den Durchtritt dichterer Gebilde unterstützte. Hatte ich eine lange Glasröhre mit einem möglichst gereinigten Stücke des Milchbrustganges des Pferdes geschlossen und ungefähr 0,64 Meter hoch mit blutigem Serum der Brusthöhle einer Frau gefüllt, so senkten sich nach und nach die Blutkörperchen und kamen unmittelbar über der Verschließungshaut zu liegen.

[1]) G. Herbst, das Lymphgefäßsystem und seine Verrichtung. Nach eigenen Untersuchungen dargestellt. Göttingen, 1844. 8.

Es gingen nur wenige schmutzig röthliche Tropfen, die keine festen Körperchen unter dem Mikroskope zeigten, durch. Die Haut vertrocknete nach einiger Zeit an ihrer äußeren Fläche und hemmte hierdurch die fernere Diffusion. Monaden und Vibrionen nisteten sich bald in der durchgedrungenen Flüssigkeit ein. Sie enthielt keine Festgebilde, die mit Sicherheit dem Blute zugeschrieben werden konnten. Die Röthung rührte wahrscheinlich von aufgelöstem Blutfaserstoffe her.

Ein Vergleichungsversuch kann unmittelbar zeigen, wie fein gewebt die hier in Betracht kommenden thierischen Häute sind. Ich ließ Milch durch ein Filtrirpapier, das frisch niedergeschlagenen und gekochten kleesaueren Kalk vollständig zurückhielt, durchgehen. Obgleich das Papier zu den besseren Arten gehörte, so drang doch schon eine bedeutende Menge von Milchkörperchen bei 1,4 Centimeter Druckhöhe hervor. Schloß ich dagegen eine 13,9 Meter lange Glasröhre mit abgewaschener Dünndarmschleimhaut des Menschen, füllte sie mit der gleichen Milch vollkommen an und hing sie frei auf, so hatte sich nur ein Tropfen einer gelbröthlichen und klaren Flüssigkeit, die keine Spur von Milchkörperchen führte, nach 4½ und selbst nach 96 Stunden durchgepreßt. Die Darmhaut hätte also noch besser, als das Filtrirpapier gearbeitet, wenn dieses selbst 10 Mal so fein gewesen wäre.

Besäßen die lebenden Saugadern so weite Poren, daß sie von Blutkörperchen durchsetzt werden könnten, so ließe sich nicht einsehen, weshalb sie nicht auch Lymphkörperchen oder feine Theile von Indigo und Carmin austreten lassen sollten. Enthält aber auch die Lymphe feste Gebilde der Art, so gelangen sie doch immer nur auf dem Wege der Zerreißung in die Gewebe, welche die Saugadern umschließen.

Obgleich die Oele, die in den Säften des lebenden Körpers vorkommen, flüssig sind, so stoßen wir doch auf viele Schwierigkeiten, wenn wir uns ihre Einsaugung klar machen wollen. Thierische Häute, die mit Wasser oder wäßrigen Lösungen durchtränkt sind, weisen Fette als solche zurück. Eine mit Oel abgeriebene Membran ist dafür auch für wäßrige Flüssigkeiten undurchdringlich (§. 124.). Da nun gleichzeitig Oele und Proteinkörper an manchen lebenden Häuten aufgesogen werden, so müssen gewisse Nebenbedingungen die Schwierigkeiten, die jenes Diffusionsgesetz bereitet, aufheben. 767

Einzelne Forscher[1]) zerhauen den Knoten, indem sie annehmen, daß das Fett, weil es flüssig ist, übertritt. Diese Ansicht läßt sich aber nicht mit den bis jetzt bekannten physikalischen Gesetzen in Einklang bringen. Wenn Andere[2]) annehmen, daß sich gleichsam die Darmoberfläche theile und ein Stück von ihr die wäßrigen Lösungen und ein anderes die geschmolzenen Fette aufnehme, so fehlt noch jede Erfahrung, welche diese wohl an und für sich nicht wahrscheinliche Voraussetzung erhärtete. 768

Die Fette sollen nach einer anderen Hypothese verseift und hierdurch in Wasser löslich gemacht werden. Die schwach alkalische Beschaffenheit des Milchsaftes kann diese Umwandlung begünstigen. Man hat aber noch nicht nachgewiesen, daß die Oeltropfen, die sich in ihm finden, Oelsäure oder andere aus dem Verseifungsproceß hervorgehende Verbindungen sind.

Berühren einander Oel oder flüssiges Eiweiß, so umgeben sich leicht die Oeltropfen mit Albuminhüllen. Sie könnten dann am leichtesten ein-

---

[1]) H. Hoffmann, in Häser's Archiv. Bd. VI. 1844. 8. S. 171.

[2]) J. Vogel, in R. Wagner's Lehrbuch der speciellen Physiologie. Dritte Auflage. Leipzig, 1845. 8. S. 264.

gesogen werden. Muß auch diese Vorstellung in hohem Grade ansprechen, so stößt sie doch auf die Schwierigkeit, daß in der Regel thierische Häute Milchkörperchen, in denen eine Proteinmasse das Oeltröpfchen einschließt, gleich den festen Gebilden des Blutes zurückweisen.

Schloß ich eine lange Röhre mit einem Stücke des Milchbrustganges des Pferdes und füllte sie mit frischer oder gekochter Milch, so drangen nur einzelne Flüssigkeitstropfen im Laufe von 24 bis 48 Stunden hindurch. Sie enthielten zwar größere und kleinere Oeltröpfchen. Aehnliche Gebilde zeigten sich aber auch, wenn man bloßes Wasser oder Blutserum zu dem Versuche gebrauchte. Die Umgebungen des Milchbrustganges hatten viel Fett, das mit der Scheere fortgenommen wurde, geführt. Einzelne Oeltropfen waren deswegen an dem Hautstücke hängen geblieben oder in die Poren desselben eingedrückt und von dem durchdringenden Flüssigkeitstropfen fortgeschwemmt worden. Will man Milch durch ein Stück Darmschleimhaut filtriren lassen, so dringen nur höchstens wenige Tropfen Flüssigkeit und keine Milchkörperchen durch.

Joh. Müller [1]) fand schon, daß die in das Innere eines Darmstückes des Schaafes eingespritzte Milch in die Milchgefäße des ihm angehörenden Gekröstheiles eindringen kann. Er bemerkt jedoch, daß der Versuch selten gelingt und von der Zerreißung der Saugadern herrührt. Ich habe die Beobachtung an dem Darme eines 7 Monate alten Pferdefötus, dessen Mutter drei Tage vorher getödtet worden war, wiederholt. Sie gelang mir drei Mal. Die Milchsaftgefäße, die im Anfange leer waren, füllten sich nach einiger Zeit mit Streifen einer weißlichen Flüssigkeit, die sich schon als Milch dem freien Auge zu erkennen gab, mit Essigsäure geraun und Milchkörperchen unter dem Mikroskope zeigte. Es fiel allerdings auf, daß gerade die Saugadern diese Mischung aufnahmen. Allein der Versuch gelang nur, wenn man das in der Bauchhöhle befindliche und doppelt unterbundene Darmstück stark knetete und einem so gewaltsamen Drucke unterwarf, wie es gewiß nicht im Leben unter regelrechten Verhältnissen zu Stande zu kommen pflegt. Eine oder mehrere Stellen der zahlreichen Saugadernetze, die unter der Innenhaut des Dünndarmes lagen, waren dabei wahrscheinlich gerissen.

Die dünnen Gedärme des Erwachsenen gaben mir minder befriedigendere Resultate. Hatte ich das eine Ende eines ausgeschnittenen Stückes, das von einem Manne herrührte, zugebunden und preßte an dem anderen Milch ein, so bersteten eher die Wandungen, als daß die Mischung in die Saugadern drang. Die Schleimhaut allein platzte in einem Falle und die Flüssigkeit ergoß sich zwischen ihr und den übrigen Häuten. Füllte ich ein abgeschlossenes Darmstück mit Milch möglichst an und ließ es mit ausgebreitetem Gekröse und von einem feuchten Tuche bedeckt liegen, so wurde es schon nach 18 Stunden wahrscheinlich durch Verdunstung schlaffer. Die Milchsaftgefäße hatten sich aber selbst nicht nach 47 Stunden gefüllt. Die Milch selbst war zu einem großen Theil durch die freie Säure des Darmsaftes oder die Contactwirkung der Schleimhaut geronnen.

Matteucci [2]) giebt an, daß schwach alkalische Flüssigkeiten die emulsionsartige Aufnahme von Oelen auf dem Wege der Diffusion möglich machen. Mischte er Wasser, das mit ½ % kaustischen Kalis versetzt war, mit Baumöl, so hielt sich die hierdurch gebildete Emulsion länger als sonst. Füllte er ein Darmstück mit ihr an und legte es in das oben erwähnte alkalische Wasser, so trübte sich dieses nach einiger Zeit bei 30° bis 40° C., weil es einen Theil der Emulsion aufgenommen. Waren beide Flüssigkeiten durch Ochsenblase abgesperrt, so war das alkalische Wasser, das sich in der inneren Röhre des Endosmometers (vgl. Fig. 13.) befand, binnen kurzer Zeit milchig geworden und um 30 Millimeter gestiegen.

Ich bereitete mir eine Kalilösung, die 0,120 Grm. kaustischen Kalis auf 27,610 Grm. destillirten Wassers, mithin beinahe genau 0,44% Alkali enthielt. Da häufig die Fetttropfen des Milchsaftes heller weiß sind, so nahm ich feines Olivenöl, daß sich fast gänzlich durch Monate langes Stehen entfärbt hatte. Schüttelte ich es nun mit destillirtem Wasser, so schied sich die Emulsion binnen kurzer Zeit. Diejenige dagegen, die mit der oben erwähnten Kalilösung bereitet war, hielt sich Wochen lang. Eine Oelschicht setzte

---

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie der Menschen. Vierte Auflage. Coblenz, 1841. 8. S. 207.

[2]) C. Matteucci, Fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi. Pisa, 1844. 8. p. 62.

sich zwar allmählig an der Oberfläche ab. Die Flüssigkeit, die unter ihr befindlich war, blieb aber weiß, wie Milch. Die schwache alkalische Beschaffenheit des Milchsaftes begünstigt also die weiße Färbung, die nach der Aufnahme von Fetten, wie wir später sehen werden, hervortritt.

Die Diffusionsversuche glückten mir nicht so vollständig. Die getrocknete postpapierdünne Haut des Pferdechorion diente mir als Sperrungsmittel. Die Vorrichtungen selbst, die ich gebrauchte, sind schon §. 130. beschrieben und Fig. 15. abgebildet worden. Die eine enthielt destillirtes Wasser als innere und eine bloße Wasser-Oelemulsion als äußere Flüssigkeit. Eine zweite hatte die Kalilösung und die Wasseremulsion, eine dritte destillirtes Wasser und Kaliwasser-Oelemulsion und eine vierte die Letztere und Kalilösung. Das erste und das dritte innere Fluidum, das nur destillirtes Wasser enthielt, blieb noch nach 14tägigem Stehen klar. Das zweite und vierte dagegen nahm eine so schwache Trübung nach 4 bis 5 Stunden an, daß sie zwar bei gedämpftem durchfallenden Lichte, nicht aber bei auffallendem oder überhaupt im Hellen kenntlich wurde. Die Mischung blieb aber dann 2½ Wochen lang unverändert. Bedenkt man, daß Baumöl, wenn es mit geringen Mengen von Kali und Wasser vermischt wird, eine ölsauere Kaliseife giebt [1]), so wird diese Veränderung erklärlich. Schwach alkalische Flüssigkeiten, wie der Milchsaft oder das Blut müssen die gleichen Erfolge nach sich ziehen. Es frägt sich jedoch noch, ab alle Oeltropfen, die sich im Milchsafte vorfinden, auf diese Weise übertreten und ob sie aus Oelsäure bestehen oder nicht.

769 Führen die Lymphe oder das Blut Molecüle, die mechanische Gemengtheile ihrer Grundflüssigkeit bilden, so können sie erst innerhalb der Gefäße entstanden sein. Wir werden in der That in der Folge sehen, daß sich erst hier ein großer Theil der Lymph- und der Blutkörperchen erzeugt. Die Eiterkörperchen, die man bisweilen in den Saug- und den Blutadern vorfindet, die eigenthümlichen krankhaften Gewebe des Markschwammes, welche nicht selten die Gefäße verstopfen, können hier eben so gut, als in andere Zwischenräume der schon vorhandenen Gewebe abgesetzt werden.

Die ältere Physiologie, die offene Gefäßmündungen annahm, ließ auch leicht feste Körper in die Lymphe oder das Blut unmittelbar übertreten. Diese Ansicht schwand, als man sich allgemeiner von dem allseitigen Schlusse der Gefäßröhren überzeugte. Sie blieb aber noch lange für die Fälle, in denen große Blut- und Saugadern bei chirurgischen Operationen durchschnitten worden waren, gültig. Ging ein Kranker der Art an Venenentzündung zu Grunde, fanden sich Eitermassen in seinem Blute oder seiner Lymphe, so glaubte man, daß diese fremden Gebilde durch die Oeffnungen der durchschnittenen Röhren eingedrungen und auf diese Weise im übrigen Körper verbreitet wurden. Die Mechanik der Lymphbewegung und des Kreislaufes deutet aber eher, wie sich später ergeben wird, an, daß sich auch die Eiterkörperchen wenigstens in den meisten Fällen selbstständig erzeugen und nicht bloß einfach von einer absondernden Fläche aus aufgenommen werden.

770 **Erste Bildung des Milchsaftes.** — Hat ein Mensch oder ein Thier kurze Zeit vor dem Tode reichlich gegessen, so sind in der Regel die Saugadern des Gekröses und selbst der Milchbrustgang mit einer weißen Flüssigkeit gefüllt. Diese Erscheinung spricht sich in Säuglingen oder Erwachsenen, die Milch getrunken haben, am schärfsten aus. Man nennt daher die Gefäße, welche diesen weißen Inhalt darbieten, **Milchsaft-, Milch-** oder **Chylusgefäße** und ihn selbst **Milchsaft** oder **Chylus**,

771 So allgemein verbreitet auch diese Benennungen sind, so bilden sie

[1]) Siehe das Nähere in Berzelius Chemie. Bd. VI. 1837. 8. S. 518.

doch nur den Ausdruck einer irrigen Auffassung, die aus dem Entwickelungsgange der Physiologie entsprungen ist. Die mit weißer Milch gefüllten Gefäße des Gekröses fielen, wie natürlich, zuerst in die Augen. Aselli, der sie 1622 von Neuem entdeckte, nannte sie Milchgefäße, ehe man noch ihre Beziehung zu den übrigen Lymphgefäßen oder diese überhaupt kannte. Das bloße äußere Ansehen bestimmte die Anatomen, ursprünglich zweierlei verschiedene Namen wesentlich gleichen Theilen zu verleihen.

772 Der Darm hat eben so gut seine Saugadern, als die meisten übrigen Organe des Körpers. Bedenken wir nun, daß die Lymphgefäße viele Stoffe, die ihnen von außen dargeboten werden, aufnehmen und vorzüglich einen großen Theil der nicht verarbeiteten Fette emulsionsartig binden, so ergiebt sich von selbst, daß die Speisen, die der Nahrungscanal empfängt, diese Seite ihrer Thätigkeit vorzugsweise begünstigen müssen. Die Aufnahmen der verflüssigten Fettmassen fällt vor Allem den dünnen Gedärmen anheim (§. 710.). Es werden daher auch vorzugsweise die Saugadern des Dünndarmgekröses als Milchgefäße angesehen.

Man kann sich aber bald überzeugen, daß diese ganze Unterscheidung auf sehr schwankendem Boden ruht. Hungert ein Thier, so führen die Lymphgefäße seines Gekröses eine helle, schwach gelbliche Flüssigkeit, wie die übrigen Saugadern des Körpers. Spritzt man ihm dann Milch durch den After ein, so gerinnt sie bald in den dicken Gedärmen. Die Saugadern aber, die von ihnen ausgehen, und die zu ihnen gehörenden Lymphdrüsen führen weißen Milchsaft in reichlichster Menge. Fleischbrühe machte hier wenigstens den Saugaderinhalt in Bouisson's Versuchen [1]) trüb. Die Lymphgefäße des Mastdarms der Winterschläfer, z. B. des Igels, enthalten oft nach Barkow eine milchähnliche Flüssigkeit zur Zeit der Erstarrung.

773 Nehmen auch die Saugadern des Darmes einen großen Theil der verflüssigten Bestandtheile der Speisen auf, so gehen doch viele andere Verbindungen ins Blut über. Wir haben hier eine Art von Wettstreit beider Flüssigkeiten. Die Gesetze der Diffusion können manche, nicht aber alle hierbei eintretenden Wechselerscheinungen erklären.

Trinken wir Quellwasser, das nur 0,05% festen Rückstandes führt, so wird es von dem Blute und der Lymphe zugleich angezogen. Ist es auch unmöglich, den Wassergehalt der Grundflüssigkeiten dieser beiden Säfte des Körpers sicher zu bestimmen, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß sie viel mehr, als $^1/_{20}$% fester Stoffe führen. Das Wasser wird daher schon zu einem großen Theile vom Magen aus eingesogen werden.

Das Blut muß dabei aus zweierlei Gründen größere Mengen, wie die Lymphe aufnehmen. Seine Grundflüssigkeit bildet eine dichtere Lösung, als die, welche dem Inhalt der Saugadern angehört. Da überdieß die Blutmasse rascher fortgeführt wird, so kommen immer neue Theile der concentrirteren Mischung mit dem eingenommenen Wasser in Berüh-

[1]) F. Bouisson, in der Gazette médicale de Paris. 1844. Nro. 33. p. 522.

rung. Bouisson[1]) fand auch, daß der Milchbrustgang eines Thieres das viel Wasser eine halbe Stunde vor dem Tode getrunken hat, eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit enthält. Die Pfortader dagegen wird strotzend ausgedehnt und ihr Blut giebt weniger festen Rückstand.

774 Dieser Vorzug des Blutes entspricht den übrigen Einrichtungen des Körpers. Jede überschüssige Wassermenge nützt vorzüglich dadurch, daß sie die Lösung fester Stoffe und die Diffusionsverhältnisse im Darme erleichtert. Ist sie einmal aufgenommen, so hat sie ihren Hauptzweck erfüllt. Die Mengen derselben, die in das Blut übertreten, durchsetzen bald die Leber, unterstützen die Bereitung einer wasserreicheren Galle, gehen hierauf durch die Lungen, um möglichst viel auf dem Wege der Verdunstung zu verlieren und gelangen endlich theilweise in die Nieren, um in den Harn überzutreten. Sie erreichen hierbei binnen Kurzem diejenigen Werkzeuge, die vor Allem ihren Austritt vermitteln können. Das Wasser, das von den Saugadern aufgenommen wird, gelangt zwar ebenfalls durch den Milchbrustgang in die linke Schlüsselbeinvene, das Herz und die Lungen. Es wird aber in den Lymphgefäßen langsamer seinem Endziele zugeführt.

775 Die Getränke, die Fleischbrühen und die übrigen sehr wasserreichen Nahrungsmittel verhalten sich auf ähnliche Weise. Fällt noch ihr fester Rückstand geringer, als der der Grundflüssigkeit des Blutes und der Lymphe aus, so werden nicht bloß ihr Wasser, sondern auch ihre Auflösungskörper in beiderlei Säfte übergehen. Da aber die Lymphe wasserreicher, als das Blut ist, so kann ein Dichtigkeitsgrad der Verdauungslösungen, bei welchem das Ganze nur in das Blut gelangt, eintreten. Treibt das Herz eine neue Blutwelle in jedem Augenblick vorbei, so wird hierdurch wiederum die Fortdauer der Aufnahme gesichert.

776 Diese Thatsache macht es wahrscheinlich möglich, daß schon viele Proteinkörper und andere Verbindungen, die der Magensaft bewältigt, in dem Magen selbst aufgesogen werden. Ein Theil von ihnen mag vielleicht noch in die Saugadern eintreten; eine große Menge dagegen dringt in das Blut und wird so unmittelbar dem Kreislauf einverleibt.

Werden erst dichtere Substanzen in dem Dünndarme verflüssigt, so kann sich hier das Gleiche wiederholen. Denn jede Schleimhautzotte hat ihr reichliches Blutgefäßnetz, das, wie wir bald sehen werden, die dargebotenen wäßrigen Lösungen mit Leichtigkeit aufnimmt.

777 Das Dunkel, welches den Uebertritt der Fette einhüllt (§. 768.), verfolgt uns auch bei dieser Betrachtung. Würde nur ihre Aufnahme durch die schwach alkalische Beschaffenheit der Nachbarflüssigkeiten bedingt, so ließe sich nicht einsehen, weshalb sie nicht schon im Magen eingesogen werden sollten. Die verdaulichen Fette und Oele schmelzen hier durch den Einfluß der thierischen Wärme und werden mittelst der übrigen Lösungswirkungen des Magensaftes frei gemacht (§. 645.). Das Blut ist oft alkalischer, als der Milchsaft; die Menge des freien Alkali überschreitet jedoch noch nicht die Grenzen, die manche Seifen zerlegen. Wir finden

[1]) Bouisson, a. a. O. p. 492.

aber einen großen Theil der eingesogenen Fette des Erwachsenen in den Saugadern des Dünndarmes wieder. Enthalten auch bisweilen die Lymphgefäße des Magens saugender Thiere eine milchigte Flüssigkeit, so herrscht sie doch in den Chylusgefäßen weit mehr vor. Der Hauptsitz der Fettaufnahme liegt jedenfalls tiefer, als im Magen.

Man könnte vielleicht zu der Vorstellung seine Zuflucht nehmen, daß die Schleimhaut der dünnen Gedärme gewisse Eigenschaften, die sie für Oele durchgängiger machen, besitzt. Die Erfahrung unterstützt aber nicht diese Vermuthung.

Schüttelte ich Oel mit dem Dünndarminhalte eines Menschen zusammen, und stellte eine mit der gleichen Darmschleimhaut geschlossene und mit destillirtem Wasser gefüllte Röhre in die emulsionsartige Mischung, so blieb noch die innere Flüssigkeit nach 72 Stunden klar, hinterließ keine fettige Masse nach dem Verdunsten, und schlug keine Fettsäure mit Salzsäure nieder. Der Erfolg blieb auch der gleiche, wenn sie ursprünglich mit einer geringen Menge kohlensaueren Kali's versetzt worden war.

Gebrauchte ich eine Emulsion, die aus fünf Theilen Eiweißlösung und einem Theile Oel bereitet worden, als äußere und destillirtes Wasser als innere Flüssigkeit, so änderte sich das Resultat nicht. Mochte mit Oel geschüttelte oder mit Essigsäure versetzte Milch oder eine Eiweißlösung die äußere und destillirtes Wasser, wässriges Eiweiß oder reine Milch die innere Flüssigkeit bilden, so erhielt ich immer dasselbe negative Ergebniß.

778 Bietet schon die Einsaugung, die im Magen und Dünndarme Statt findet, mancherlei Räthsel dar, so gestatten nur die gleichen Verhältnisse der dicken Gedärme unbestimmte Vorstellungen. Ihre Saugadern führen in der Regel keinen weißen Milchsaft. Es müssen daher die Fette, die hier etwa aufgenommen werden, keine Emulsion bilden oder wenigstens nicht die Beschaffenheit der Lymphe, so weit das freie Auge urtheilen kann, ändern. Da der Brei der dicken Gedärme und der Koth mindestens 75% Wasser zu enthalten pflegen, so werden nicht so leicht ihre aufgelösten Theile, wie in den höher gelegenen Parthieen des Nahrungscanals, übertreten. Es wäre möglich, daß sich deshalb die Speisereste in den untersten Stücken des Nahrungsschlauches länger aufhielten.

779 Betrachten wir die Verhältnisse des Milchsaftes genauer, so ergiebt sich, daß er wahrscheinlich nicht auf so einfache Art, als es auf den ersten Blick erscheint, entsteht. Die dünnen Gedärme bilden den Hauptheerd seiner Erzeugung unter regelrechten Verhältnissen. Die Darmzotten sind auch die einzigen Theile des Nahrungscanales, in denen sich bis jetzt die Anfänge der Saugadern genauer verfolgen ließen. Die anatomischen Verhältnisse, die sich auf diese Weise zu erkennen geben, führen zunächst zu einer Vorstellung, die etwas mehr, als eine einfache Aufsaugung in der Bildung des Milchsaftes findet.

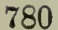
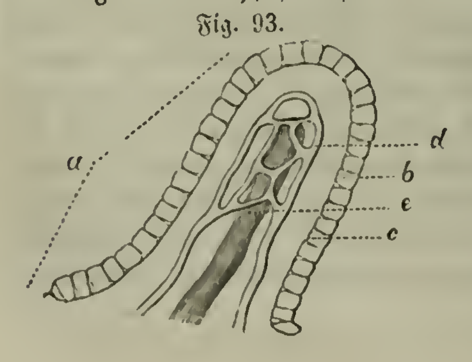

780

Fig. 93.



Denken wir uns die vorzüglichsten Gewebe einer Darmzotte schematisch dargestellt, so überziehen die palissadenartig gestellten Epithelialcylinder *b*, Fig. 93., die Oberfläche des Ganzen *a*. Eine dünne Begrenzungshaut *c* und das Grundgewebe der Zotte schließen die Gefäße und wahrscheinlich auch die Nerven ein. Die Anfänge der Saugadern *e* liegen in der Mitte.

Die Blutadern *d* dagegen, die sich weiter nach außen befinden, umstricken sie in einiger Entfernung netzförmig.

Werden nun Flüssigkeiten auf dem Wege der Diffusion eingeführt, so müssen sie von *b* nach *e* fortschreiten und den Bezirk der Blutgefäße früher, als den der Saugadern erreichen. Es kann daher nicht das Blut bei der Bildung des Milchsaftes gleichgültig bleiben.

Wir werden in der Absonderungslehre finden, daß die mit Ausführungsgängen versehenen Drüsen ähnliche Verhältnisse darbieten. Der Drüsenschlauch, der die Absonderung enthält, wird äußerlich von Blutgefäßnetzen umsponnen. Das in ihnen kreisende Blut setzt das Secret in die benachbarte Höhlung ab. Man kann sich demgemäß vorstellen, daß auch die Blutgefäße der Darmzotten auf die Bildung der Flüssigkeit, die in den Milchsaftgefäßen auftritt, einwirken.

Ein anderer Umstand unterstützt noch diesen Vergleich. Jede Drüse liefert eine bestimmte Mischung. Weicht sie auch in manchen untergeordneten Verhältnissen nach Verschiedenheit der Nebenumstände ab, so bleiben ihr doch immer gewisse beständige Merkmahle, die sie von anderen Secreten unterscheiden. Die Galle behält z. B. auf diese Weise ihre gelbe bis grüne Farbe und ihre seifenartigen Körper und der Harn seinen Harnstoff oder seine Harnsäure. Der Milchsaft zeigt eine ähnliche Beständigkeit. Er bleibt emulsionsartig, die fetthaltigen Nahrungsmittel mögen im Allgemeinen, wie sie wollen, wechseln. Seine Oelmenge vergrößert sich nur, wenn bedeutend mehr Fettkörper mit den Speisen eingeführt werden. Jene Hypothese betrachtet aber auch nicht den Chylus als eine einfache Durchschwitzungsflüssigkeit. sondern als ein eigenthümliches und innerhalb gewisser Grenzen beständiges Product, das durch die Mitwirkung des Blutes erzeugt wird und in gewisser Hinsicht an die Absonderungen der Drüsen erinnert.

Da die Milchsaftgefäße der hungernden Thiere helle Lymphe und keine milchähnliche Flüssigkeit führen, so müßten erst die verdaueten Nahrungsmittel den Anstoß zu jener emulsiven Mischung geben. Die Galle allein reicht hierzu nicht hin. Das Fett könnte unmittelbar von den Speisen oder von einem in den dünnen Gedärmen vorbereiteten Umsatzprocesse herrühren.

Wir haben früher gesehen (§. 772.), daß man auf künstlichem Wege die Saugadern der dicken Gedärme zur Bereitung eines milchähnlichen Inhaltes zwingen kann. Es müßten daher die Anfänge der Lymphgefäße, die hier in den Netzfalten der Schleimhaut liegen, ähnliche Verhältnisse, wie in den Darmzotten darbieten.

Remak[1]) hat in einem Falle ein Rand-Milchgefäß in den Darmzotten des Kaninchens und E. H. Weber in denen des Bibers wahrgenommen. Es wäre möglich, daß diese Gebilde mit denen, die ich aus jungen von der Mutterbrust lebenden Kaninchen beschrieben habe[2]), übereinstimmten. Sollten sie außerhalb der Blutgefäßnetze liegen, was

[1]) R. Remak, Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen. Berlin, 1845. 8. S. 108. 109.

[2]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. Seite 684.

sich nicht nach den Mittheilungen dieser Forscher bestimmen läßt — so würde schon ein Theil des Milchsaftes früher abgesetzt werden, als die eingesogene Flüssigkeit mit dem Blute in Berührung kommt. Die organischen Gewebe der Darmzotte und der Wandungen der Saugadern würden dann die Bildung des emulsionsähnlichen Inhaltes bestimmen. Künftige Erfahrungen müssen noch diesen Punkt näher aufhellen.

Einzelne frühere Forscher hatten schon bemerkt, daß die Unterbindung der Blutgefäße des Gekröses die Bildung des Milchsaftes stört. Fenwick [1]), der ebenfalls von der Absonderungsvorstellung des Chylus ausging, bemühte sich, in neuerer Zeit, den Gegenstand auf dem Wege des Versuchs näher zu verfolgen. Seine Erfahrungen liefern jedoch noch keine genügenden Beweise. Er öffnete den Unterleib eines lebenden Kaninchens, und überzeugte sich, daß die Saugadern des Gekröses in keiner auffallenden Art gefüllt waren. Wurde nun der Darm in seine frühere Lage gebracht, die Wunde geschlossen, eine Menge Mandelöl in den rechten Lungenfellsack gespritzt und das Thier eine Stunde später getödtet, so enthielten alle Lymphgefäße des Gekröses reichliche Mengen von Flüssigkeit. Sie war nicht blendend weiß, hatte aber dieselbe Färbung, wie wenn eine nicht sehr fettreiche Nahrung verabreicht worden wäre und führte, wie es schien, Oeltropfen. Da aber die mikroskopische Untersuchung des Milchsaftes mangelt, und der Zustand der übrigen Saugadern unvollkommen untersucht worden, so kann nicht dieser Versuch sichere Folgerungen gestatten.

Unterbindet man die Nierenblutader, so wird der Harn eiweißhaltig und ist oft selbst mit Blut vermischt. Fenwick [2]) suchte das Gleiche für den Milchsaft nachzuweisen. Er spritzte etwas Milch in ein Dünndarmstück eines lebendigen Esels, schloß es fest zu, und umschnürte auch die Gekrösgefäße (Venen?), die zu ihm gehörten. Die starke Blutanschoppung hatte den gesonderten Theil des Nahrungskanales eine halbe Stunde später dunkel gefärbt. Ein reichlicher Inhalt, der jedoch keine milchige Beschaffenheit darbot, füllte die Saugadern an. Einzelne Lymphgefäße und selbst eine Gekrösdrüse enthielten eine blutähnliche Masse, die übrigen dagegen eine eiweißreiche Flüssigkeit. Die bloße Unterbindung des Darmes soll schon eine ähnliche Blutüberfüllung in einem zweiten Versuche erzeugt und die Einsaugung von Blutlaugensalz oder Milch gehindert haben. Die Saugadern führten aber auch hier zum Theil einen rothen Inhalt. Man sieht, daß auch nicht diese unvollständigen Ergebnisse die Sache mit Bestimmtheit erhärten können.

781 Die meisten Untersuchungen, die über die chemischen Eigenschaften des Milchsaftes angestellt worden sind, beziehen sich nicht auf die Flüssigkeit, die in den Anfängen der Saugadern vorkommt, sondern auf den Inhalt der größeren Lymphgefäßstämme und des Milchbrustganges. Da aber der Chylus mancherlei Veränderungen, ehe er zu diesen Theilen gelangt, erleidet, so müssen wir die Fortbewegung desselben betrachten, bevor wir seine Mischung genauer verfolgen. Denn diese Voruntersuchung wird uns zugleich die Orte, an denen der Milchsaft fremdartigen Einflüssen unterworfen wird, kennen lehren.

782 Fortbewegung des Milchsaftes. — Führen die Chylusgefäße eine geringe Menge einer gelblichen bis farblosen Flüssigkeit im ruhenden Zustande, so wird sie der Milchsaft, der sich zur Verdauungszeit bildet, ausdehnen. Die Wandungen geben aber nur bis zu einem gewissen Grade nach. Tritt nun mehr Flüssigkeit von den Darmzotten aus ein, so muß sie die vor ihr liegenden Säulen fortschieben. Die Fortdauer der Einsaugung liefert daher schon eine Rückenkraft, welche die Fortbewegung anregen kann.

---

[1]) Fenwick, in the Lancet, Parl. X. London, 1845. 4. p. 64.
[2]) Ebendaselbst, p. 33.

Mündet eine Reihe von Zweigen in einen Hauptstamm, dessen Rauminhalt der Summe der Hohlräume der Aeste nachsteht, so wird die von diesen aus eingetriebene Flüssigkeit in dem Stamme rascher fortschreiten. Die Zeit muß dann ergänzen, was an Aufnahmsraum verloren gegangen. 783

Dieser Fall tritt zwar auch in den Milchgefäßen ein. Ihre Anfangsnetze sind zusammengenommen größer, als die Hauptstämme. Sie erfreuen sich aber nur theilweise des hierdurch bedingten Vortheils, weil fast nie alle Saugadern gleichzeitig gefüllt sind. Die größeren Stämme erreichen daher nicht an allen Orten das Maximum ihrer möglichen Ausdehnung. Geben aber die entfernter liegenden Saugadern nach, so verzehrt ihre Erweiterung einen Theil der Geschwindigkeit. Die Rückenkraft kann dann nur um so langsamer den Milchsaft fortstoßen.

Diese Verhältnisse machen andere Unterstützungsmittel nothwendig. Der Bau der Saugadern liefert einen großen Theil der erforderlichen Ergänzung. Die Natur verschmähte aber auch nicht außerdem die Hilfe von Nebenkräften, die ihr der Verlauf der Milchgefäße darbot. 784

Die Wände der Lymphgefäße besitzen einen gewissen Grad von Verkürzungsvermögen. Sie klopfen nicht, wie das Herz. Besondere Lymphherzen sind sogar da, wo solche Organe nothwendig werden, in einzelnen Thieren angebracht. Die Saugaderwände können sich aber allmählig zusammenziehen und auf ihren Inhalt drücken. Die Milchgefäße ändern dabei nicht selten ihren Umfang mit solcher Langsamkeit, daß nicht sogleich der Wechsel ihres Calibers auffält, sondern sich erst nach verhältnißmäßig längerer Zeit zu erkennen giebt. Es erklärt sich hieraus, weshalb manche Forscher angeben, daß sie keinen Größenwechsel an den in lebenden Thieren bloßgelegten Lymphgefäßstämmen wahrnehmen konnten. 785

Drückt die sich zusammenziehende Saugaderwand auf ihren Inhalt gleichförmig, so wird er allseitig auszuweichen suchen. Die Anfänge der Chylusgefäße sind überall geschlossen, die Einfügung des Milchbrustganges in die linke Schlüsselbeinvene dagegen offen. Die Flüssigkeit wird schon dieser Verhältnisse wegen die Neigung erhalten, centripetal ihrem regelrechten Verlaufe gemäß von dem Darm nach dem Herzen fortzuschreiten. 786

Ein hydraulisches Gesetz kann noch diese Bahn begünstigen. Die englischen Mechaniker bezeichnen es gewöhnlich mit dem Namen des Venturi'schen Lehrsatzes. Allein Daniel Bernoulli [1]) hat schon die Erscheinung mit gewohnter Klarheit entwickelt und Lieberkühn [2]) sogar auf einzelne Einsaugungsverhältnisse übertragen. Der unter Nr. 41 gelieferte Anhang enthält die Abbildung eines Apparates, der das Ganze von physikalischer Seite erläutert. Wir wollen hier diejenige Vorrichtung betrachten, der sich Lieberkühn zu seinem Zwecke, d. h. zum Nachweise der ausscheidenden Thätigkeit der kleinsten Schlagadern und der aufsaugenden der feinsten Venen bediente. 787

[1]) D. Bernoulli, in den Commentarii academiae Petropolitanae. Tom. IV. Petropoli, 1729. 4. p. 199 und Hydrodynamica. Argentoreti, 1738. 4. p. 263—266.
[2]) J. N. Lieberkühn, Diss. anatomico-physiologica de fabrica et actione villorum intestinorum tenuium hominis. Amstelodami, 1760. 4. p. 29.

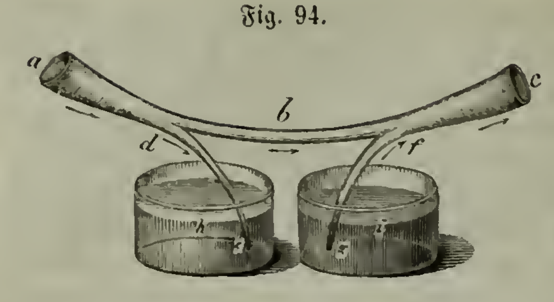


Fig. 94.

Denken wir uns, *a b c* sei eine Metallröhre, die unten zwei entgegengesetzt gebogene Seitenzweige besitzt. Die eine *d e* taucht in Wasser *h* und die andere *f g* in eine gefärbte Flüssigkeit *i*. Treibt man Wasser von *a* nach *c* schnell durch, so gelingt es bisweilen, daß es nur durch *d e* und nicht zugleich durch *f g* austritt.

Anhang Nr. 41. Es entsteht hier im Gegentheil ein negativer Druck unter gewissen Verhältnissen. Die gefärbte Flüssigkeit wird von *g* aus angesogen, steigt bis *f* in die Höhe und läuft endlich durch *c* mit reinem Wasser vermischt ab. Aehnliche Versuche gelingen auch mit thierischen Häuten, wie der Aorta des Pferdes [1]).

Sollen auf diese Weise die Wände eines Rohres Flüssigkeiten ansaugen, so muß entweder die Geschwindigkeit des Hauptstromes so groß werden, daß die zu ihr gehörende Druckhöhe den ursprünglich vorhandenen Druck übertrifft oder daß neue Saugkräfte den Fluß beschleunigen. Der Milchbrustgang kann sich dieser günstigen Verhältnisse erfreuen.

Erschlafft die rechte Vorkammer, so wird in sie das Körpervenenblut kräftig eingezogen. Münden aber in der Nähe der Milchbrustgang und der Hauptstamm der Lymphgefäße des Kopfes und des Halses, so wird ihre Flüssigkeit mit Leichtigkeit in das Blut eindringen.

Hat schon deshalb die Natur die Saugadern mit den Venen und nicht mit den Arterien verbunden, so begründen noch andere Verhältnisse diese Einrichtung. Da das Arterienblut auf seine Wände stärker drückt, als das Venenblut, so haben denn auch die Lymphgefäße einen geringeren Widerstand ihrer Zwecke wegen zu überwinden.

Der Bernoulli-Venturi'sche Satz kann sogar noch einen Fingerzeig geben, weshalb die beiden Hauptstämme des Lymphsystems in keine einfache Vene, sondern in die Vereinigungsstelle der Schlüsselbein- und der Halsblutader münden. Die Summe ihrer Querschnitte übertrifft den der Hohlvene. Die Schnelligkeit und die Geschwindigkeitshöhe des Blutes vergrößert sich hierdurch. Ein negativer Wanddruck wird, wie es scheint, um so eher möglich werden. Die häufige Theilung des Endstückes des Milchbrustganges in mehrere Zweige kann möglicher Weise auf ähnlichen Ursachen fußen.

788 Eine vielfach wiederholte Ventilation unterstützt den Fortgang des Milchsaftes. Die Lymphgefäße enthalten häufig Klappen, deren Bau mit den Taschen der Blutadern übereinstimmt.

[1]) G. Robinson, in The London medical Gazette 1844. p. 488 u. Fenwick, a. a. O. p. 84.

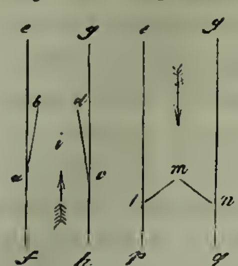


Fig. 95. Fig. 96.

Ist *efgh*, Fig. 95., eine Saugader, so führt sie an einzelnen Stellen ihrer Innenfläche häutige Fortsätze *eab* und *gcd*. Geht die Flüssigkeit in der Richtung des Pfeiles, Fig. 95., fort, so wird *a b* an *ef* und *cd* an *gh* gedrückt, Der Strom, der keinen Widerstand findet, dringt in einem möglichst breiten Bette vor. Will er dagegen in entgegengesetzter Richtung, wie es der Pfeil, Fig. 96., andeutet, zurücksinken, so fängt sich ein Theil des Milchsaftes in den Taschen *elm* und *gnm*. *lm* und *nm* sind aber so abgepaßt, daß sie einander genau in *m* berühren. Es bildet sich auf diese Weise eine vollständige Scheidewand, die sich jedem Rückschritte widersetzt.

789 Die Taschenventile der Saugadern sind aber mit ihren Hohlräumen *eab* und *gcd* nach den Einmündungsstellen in die Blutadern gerichtet. Sie gestatten daher den centripetalen und hindern den centrifugalen Lauf des Milchsaftes. Finden sie sich an Stellen, an denen untergeordnete Zweige in einen Hauptstamm münden, so verhüten sie, daß die Flüssigkeit in jene kleineren Aeste zurückkehrt. Sie kommen auch häufig in dem Verlauf der Lymphgefäßstämme vor, ohne daß eine Nebenbedingung der Art Statt hätte. Sie sind sogar oft in solcher Menge angebracht, daß nur je zwei benachbarte Klappeneinrichtungen in den Saugadern des Gekröses des Menschen um 1 bis 10 und in denen des Pferdes um $1\frac{1}{2}$ bis 20 Millimeter abstehen. Ein anderer Nutzen muß daher noch ihre Häufigkeit bestimmen.

790 Nehmen wir an, eine Saugader habe ihre Klappen in *a a*, Fig. 97., so wird hierdurch die Flüssigkeitssäule in eine Menge kleiner Abtheilungen gesondert. Will der Milchsaft zurücksinken, so wird ihm schon ein Hinderniß in der nächsten Nachbarschaft entgegengesetzt. Das unpassende Streben kann sich nicht auf große Strecken fortpflanzen. Der Ungehorsam ist daher außer Stande, sich auf bedeutende Flüssigkeitssäulen, deren hydrostatische Druckhöhe die Druckwirkung des centripetalen Laufes aufhebt, überzutragen. Was ein Mal durch eine Klappe durchgetreten, ist für den Fortgang gewonnen.

Fig. 97.



791 Beständen die Wände der Taschen aus todten Häuten, so müßte die Kraft, welche ihren Verschluß öffnet, die auf ihnen ruhende Last übertreffen. Alle Erscheinungen deuten darauf, daß dieses Verhältniß in vielen Fällen in der That eintritt. Da aber die Klappengewebe mit denen der Seitenwände der Lymphgefäße übereinstimmen, so läßt sich vermuthen, daß sie auch einen gewissen Grad von Zusammenziehungsvermögen besitzen. Würde dieses in dem Augenblicke, in dem der Milchsaft centripetal fortgehen will, in Anspruch genommen, so könnte es den Verschluß in selbstständiger Weise öffnen helfen und einen Theil äußerer Druckkraft zu ersparen suchen.

792 Die eigenthümliche Klappenbildung, die an der Einsenkung des einfachen oder mehrfachen Milchbrustganges in die Vereinigung der Schlüssel-

Fig 98.

bein= und der inneren Drosselvene angebracht ist, kann auch in dem Augenblicke, wo sich die Vorhöfe des Herzens zusammenziehen, nützlich werden. Wird dann Blut zurückgedrängt, so kann es nicht in das Saugadersystem eintreten.

793 Aeußere Einschnürungen *a a*, Fig. 98., die sich an jedem vollgefüllten Lymphgefäße zu erkennen geben, verrathen die Stellen, an denen die Klappen im Innern angebracht sind. Diese Einrichtung kann einen mechanischen Vortheil bedingen. Haben wir drei Gefäße, Fig. 99. 100. 101., von gleicher Grundfläche, in denen Wasser zu derselben Höhe aufgeschichtet ist, so erleiden ihre Böden den gleichen Druck. Das Product der senkrechten Höhe über dem Boden oder der hydrostatischen Druckgröße und der Oberfläche der Grundfläche bestimmt immer sein Gewicht. Der Unterschied der Form ändert die Sache nicht. Während es sich von selbst versteht, daß die Basis in Fig 100. ihrem Flächenraum entsprechend trägt, kehrte dasselbe Gesetz für Fig. 99. u. 101. wieder. Der Basaldruck ist aber dann in Fig. 99. durch die Nebenumstände verhältnißmäßig verkleinert und in Fig. 101. vergrößert.

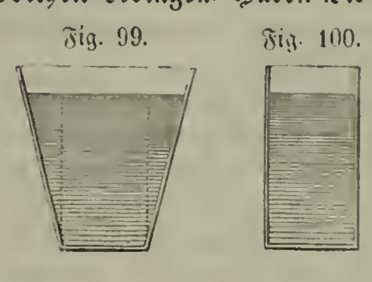


Fig. 99. Fig. 100.

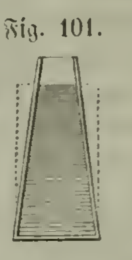


Fig. 101.

Stellen wir uns vor, *a b* und *d e* seien zwei Nachbarstellen eines Lymphgefäßes, die Klappen führen, so werden sich die für Fig. 100. gültigen Verhältnisse wiederholen. Mag sich auch die Saugader in *a f e* und *b c d* ausbauchen und die Flüssigkeitsmassen *a f e g* und *b c d h* als Ueberschuß aufnehmen, so wird sich doch nur der Bodendruck, wie wenn *a g e d h b* allein vorhanden wäre, verhalten. Die Klappeneinrichtung *e d* ist in diesem Falle begünstigt. Sie trägt weniger und kann zugleich leichter nachgeben. Die Saugader ist überdieß im Stande, möglichst viel Flüssigkeit, die nur später vorwärts zu gehen vermag, aufzunehmen.

Fig. 102.

794 Die wurmförmige Bewegung der Gedärme bildet eine der drei äußern Nebenkräfte, welche die Fortschaffung des Milchsaftes unterstützen. Die älteren Forscher [1]) rechneten schon auf diese Wirkung und Lieberkühn [2]) beobachtete sogar unter dem Mikroskope, wie der Inhalt der Gekrössaugadern von jungen Hunden, Katzen und Mäusen mit jeder Zusammenziehung des Dünndarmes fortrückte und während der nachfolgenden Erschlaffungszeit still stand. Poiseuille fand dasselbe in neuerer Zeit. Der Nutzen

[1]) Siehe z. B. F. J. Narcissus, De generatione et receptaculis chyli Lugd. Bat. 1742. in Halleri Disputationum anatomicarum selectarum. Vol. I. p. 781.

[2]) J. N. Lieberkühn, a. a. O. pag. 25. 26.

der vielfachen Stammklappen (§. 789.) macht sich auch hier in hohem Grade geltend.

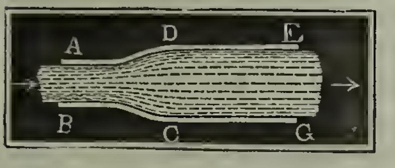
795 Bedenken wir, daß die größeren Lymphgefäße ihren Inhalt in die Brusthöhle entleeren, so wird der Druck der Bauchpresse diesen Uebergang beschleunigen können. Magendie[1]) empfiehlt sogar, die Unterleibseingeweide zu drücken, um mehr Flüssigkeit aus dem Milchbrustgange frisch getödteter Säugethiere zu erhalten. Remak[2]) fand häufig, daß die Darmbewegungen von Thieren, die durch einen Genickschlag getödtet und deren Bauchwände durchschnitten worden waren, die Saugadern $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde später füllten

796 Die Athmungsmechanik kann den Lauf des Milchsaftes in doppelter Weise beschleunigen. Füllen wir unsere Lungen mit Luft, so befördert die dann in der Brusthöhle eingeleitete Verdünnung mehr Flüssigkeiten in den Milchbrustgang. Da aber gleichzeitig die Vorhöfe das Blut der Hohlvenen kräftiger einsaugen, so muß sich der negative Druck, der an der Einmündungsstelle der Saugadern in die Blutadern Statt findet, verstärken. Es wird mehr Milchsaft abfließen und von dem Unterleibe aus nachgezogen werden. Die Ausathmung vermag in ähnlicher Weise, wie die Bauchpresse zu wirken. Größere Mengen der Flüssigkeit werden dann unmittelbar in die Brust eingeführt oder wenigstens in die Lymphgefäße der Bauchhöhle getrieben, um in dem nächsten Augenblicke weiter zu strömen.

797 Diese vielfachen Nebenmittel wären vielleicht nicht nöthig gewesen, wenn nicht der Milchsaft ungewöhnliche Hindernisse an einzelnen Stellen seiner Bahn angetroffen hätte. Die Gekrösdrüsen bilden die Werkzenge, die neue Widerstände bereiten. Die in sie eintretenden Saugadern lösen sich hier in zahlreiche feinere Zweige auf, die sich knäuelförmig verwickeln und zuletzt zu einfacheren Austrittsgefäßen sammeln. Ist auch jedes einzelne verschlungene Gefäß dünner, als die ein- oder austretenden Hauptstämme, so enthält doch die Lymphdrüse eine so große Menge gewundener Saugaderzweige, daß die Gesammtsumme ihrer Lumina die der zu- oder abführenden Röhren bedeutend übertrifft. Das Flußbett des Milchsaftes wird mithin erheblich erweitert.

Die Geschwindigkeit des Stromes steht, wie die Hydraulik lehrt, in umgekehrtem Verhältnisse mit dem Durchmesser der Röhren. Fließt Wasser aus dem engeren Behälter *ABCD*, Fig. 103., in den weiteren *CDEG* und lassen wir vorläufig alle übrigen Verhältnisse außer Acht, so wird *DG* um so langsamer, wie *BD* strömen, als die Durchschnittsfläche von *DC* oder *EG* kleiner, wie die von *AB* ist. Wenn nun eine bestimmte Menge von Milchsaft mit einer gegebenen Geschwindigkeit anlangt und durch die zahlreichen Verknäuelungs-

Fig. 103.



[1]) F. Magendie, Précis élémentaire de physiologie Quatrième Edition p. 214. Vergl. auch H. Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Seite 222.

[2]) Remak, a. a. O. S. 106. 107.

gefäße strömen muß, so wird sich seine Schnelligkeit verringern. Sie wächst wieder, wenn die Flüssigkeit in die Abführungsgefäße eindringt.

798 Die zahlreichen Biegungen und Windungen müssen noch den Widerstand vergrößern (§. 210.). Die Feinheit der Röhren endlich wird zu mancherlei Adhäsions- oder Reibungshindernissen Veranlassung geben (§. 110. fgg.). Der Milchsaft strömt daher in den Lymphdrüsen gewisser, später zu erwähnender Zwecke wegen langsamer. Diese Nothwendigkeit bedingt es aber auch, daß stärkere Druckkräfte zur Vollendung seiner Bahn zu Hilfe gezogen werden müssen.

Es erklärt sich hieraus, weshalb Unordnungen des Lymphgefäßsystems in den Drüsen, als den für die Mechanik des Ganzen gefährlichsten Punkten, am leichtesten auftreten. Die §. 113. beschriebene und Fig. 11. abgebildete Vorrichtung kann uns auch unter dem Mikroskope die Verzögerung der Stromgeschwindigkeit, das Anprallen an den Biegungsstellen, die Bildung unbeweglicher Schichten (§. 112.) und das Fortrollen der Oeltropfen und der festen Körperchen in dem Mittelstrome zur Anschauung bringen.

799 Ueberblicken wir die Gesammtbahn der Milchsaftgefäße, so finden wir, daß zweierlei Zwecke ihrer Anordnung zum Grunde liegen. Zahlreiche Blutgefäßnetze umspinnen die Saugadern und durchdringen vorzüglich das Innere der lymphatischen Drüsen. Der Milchsaft tritt daher mit dem Blute in Diffusionsverbindung und nähert sich schon diesem, ehe er noch mit ihm selbst vermischt wird. Durchläuft aber der Chylus die Saugadern des Gekröses, die Gekrösdrüsen und den Milchbrustgang, um sich zuletzt in Endtheile des Körpervenensystems zu ergießen, so umgeht er dabei die Leber, während das, was von der Pfortader aufgenommen worden, der Gallenbildung zu dienen im Stande ist.

800 Mischung des Milchsaftes. — Der reine Chylus kommt nur in den Anfängen der Milchgefäße vor. Die Flüssigkeit dagegen, die in den Saugaderstämmen des Gekröses enthalten ist, hat sich schon von Neuem mit dem Blute in Wechselwirkung gesetzt. Die Gekrösdrüsen verstärken diese Beziehung. Die schon blutähnlicher gewordene Flüssigkeit vermengt sich endlich mit der von den unteren Extremitäten und der Brust zurückkehrenden Lymphe, ehe sie mit dem Blute selbst vermischt wird.

801 Da man nur sehr geringe Flüssigkeitsmengen aus den Anfängen der Milchgefäße und selbst aus den Gekrösstämmen sammeln kann, so ergiebt sich von selbst, daß die chemischen Prüfungen im höchsten Grade unvollkommen ausfallen müssen. Die meisten Forscher, die sich mit Untersuchungen der Art beschäftigten, zogen es auch vor, sich an den Milchbrustgang selbst zu wenden. Man hat aber dann im günstigsten Falle eine unreine Mischung, die eine vorherrschende Menge eines durch das Blut schon veränderten Milchsaftes mit Körperlymphe verbunden führt. Scharfe chemische Resultate gehören daher zu den Unmöglichkeiten.

802 Erinnern wir uns, daß die löslichen Proteinkörper von dem Magen aus zu einem großen Theile übergehen, daß die Fette dem Dünndarm verfallen und die Stoffe, die am schwersten zu bewältigen sind, von den dicken Gedärmen aufgenommen werden, so muß schon der Milchsaft

nach Verschiedenheit der Abtheilungen des Nahrungscanales wechseln. Man hilft sich hier mit der naturwidrigen Auffassung, daß man nur das, was eine milchige Beschaffenheit besitzt, als Chylus anerkennt. Allein eine solche Umgrenzung des Begriffes hindert fast jede genauere Verfolgung des Gegenstandes.

803 Wollen wir die Einflüsse der Nahrung berücksichtigen, so häufen sich noch die Schwierigkeiten in bedeutendem Grade. Man pflegt nur in der Regel ins Auge zu fassen, welche Verbindungen ins Blut und welche in die Lymphe übergehen. Allein Nichts ist täuschender; als eine Bestimmung der Art. Die Saugadern weisen allerdings manche Stoffe entschieden zurück und nehmen dafür andere mit Vorliebe auf. Der größte Theil der Nahrungssubstanzen dagegen kann in beide Säfte gelangen. Es werden hier immer schwankende oder widersprechende Ergebnisse erhalten werden, so lange man nicht die Dichtigkeitsgrade der in Betracht kommenden Lösungen, die Druck- und die Diffusionsverhältnisse berücksichtigt.

804 Hat einmal die Einsaugung begonnen, so geht der Strom des Milchsaftes ununterbrochen fort. Tödten wir aber ein Thier eine halbe oder mehrere Stunden nach der Nahrungseinnahme, so ist schon längst ein Theil der Verbindungen mit dem Blute vermischt worden. Wir können sie sogar in dem Pfortaderblute wiederfinden, weil die Dauer eines Kreislaufes eine nur geringe Zeitgröße fodert. Viele dieser Substanzen kommen überdieß schon im regelrechten Zustande in dem Blute und der Lymphe vor. Da aber hier quantitative Bestimmungen, die keine sehr auffallende Unterschiede zeigen, unsichere Ergebnisse zu liefern pflegen, so bleiben oft die sorgfältigsten Versuche fruchtlos.

805 Die Flüssigkeit, welche die Saugadern des Dünndarmes, die Gekrösdrüsen und der Milchbrustgang enthalten, ist häufig während der Verdauungszeit weiß und milchig. Sie kann aber auch eine gelbliche Farbe in einzelnen Lymphgefäßen, die weniger Fett aufgenommen haben, darbieten. Der Inhalt des Milchbrustganges röthet sich oft von selbst oder wenn atmosphärische Luft zu ihm vordringt. Der Chylus reagirt in der Regel neutral oder alkalisch, ist zähe, gerinnt häufig an der Luft, schmeckt salzig und hat einen schwachen eigenthümlichen Geruch, den manche Forscher mit dem des Samens vergleichen. Setzt man etwas Schwefelsäure hinzu, so entbindet sich ein Riechstoff, der an den eigenthümlichen Geruch der Ausdünstung des Thieres erinnert [1]) und später schwindet.

806 Gerinnt der Milchsaft, so scheidet er sich in einen Kuchen und ein Serum. Die Mischung, welche die Saugadern des Gekröses führen, kann schon bisweilen diese Eigenschaft darbieten. Sie tritt aber nach dem Durchgange des Chylus durch die Gekrösdrüsen schärfer hervor. Läßt man ihn in den lebenden Gefäßen, so wird seine Gerinnung bei Ausschluß des freien Luftzutrittes verzögert. Er kann auf diese Weise 24 Stunden und noch länger flüssig bleiben.

807 Die ganze Masse oder wenigstens die Hauptmenge derselben erstarrt

[1]) Bouisson, a. a. O. pag. 412.

in der Regel zuerst zu einer zitternden Gallerte. Sie scheidet sich später auf schärfere Weise in Kuchen und Serum. Dieses behält die meisten Oeltropfen, die in dem Milchsafte mechanisch vertheilt waren. Hat in ihm der Kuchen eine Zeit lang gelegen, so verflüssigt er sich größtentheils von Neuem. Diese Erscheinung kehrt in ähnlicher Weise im Blute wieder.

808 Die Beschaffenheit des Milchsaftes bestimmt auch den Grad der Röthung, den vorzüglich die Wirkung der Luft nach sich zieht. Sie spricht sich im Kuchen am deutlichsten aus und schreitet meist stufenweise, bis sie ihre größte Höhe erreicht hat, fort. Schließt man ein gefülltes Stück des Milchbrustganges durch Unterbindungen ab und hängt es in Sauerstoffgas, so wird nach und nach der Inhalt carminroth [1]).

809 Da der ursprüngliche stark milchige Chylus nicht zu gerinnen pflegt, der Inhalt der Saugadern dagegen, der schon Gekrösdrüsen durchsetzt hat, leichter fest wird, so müssen wir schließen, daß diese Eigenschaft von fremden Beimischungen herrührt. Veränderungen der Art können aus vielerlei Ursachen zu Stande kommen. Die Gerinnung bildet eine beständige Eigenschaft der Lymphe. Sie kann sich in den späteren Gefäßen in solcher Menge mit dem Milchsafte vermischt haben, daß sie allein die Eigenthümlichkeit bestimmt. Da die Saugadern des Gekröses eine lymphatische Flüssigkeit zur Fastenzeit führen, so bleibt es auch denkbar, daß ihr Inhalt am Anfange der Dünndarmverdauung einen gewissen Grad von Gerinnbarkeit bewahrt, ihn dagegen später verliert. Werden Proteinkörper in die Saugadern des Magens und der dicken Gedärme aufgenommen, so können sie, wie im Blute, in gerinnbare Körper umgesetzt werden.

Die Gekrösdrüsen bilden wahrscheinlich die Werkstätten, in denen der Milchsaft zu seiner höheren Bestimmung vorbereitet wird. Eine ausgedehntere Diffusion leitet sich hier zwischen ihm und dem Blute ein. Es wäre möglich, daß er dabei Faserstoff aufnimmt, daß neue Verbindungen hinzutreten oder Einflüsse Statt finden, die seine eigenen Proteinkörper gerinnbarer machen.

810 Das Fett, das den Milchsaft trübt, kann in ihm auf verschiedene Weise vertheilt sein. Sehr kleine punktförmige Oelmoleküle, die wahrscheinlich noch von Proteinhüllen umschlossen sind [2]), finden sich in zahlreichster Menge. Größere Fetttropfen und andere dichtere Bestandtheile verschiedener Art kommen häufig als Gemenggebilde hinzu. Die späteren Saugadern und vorzüglich der Milchbrustgang enthalten nicht selten einzelne vollständige Blutkörperchen, die nicht von außen durch Verunreinigung hinzugekommen zu sein scheinen. Man hat sich in neuerer Zeit viele Mühe gegeben [3]), den Formenwechsel von den ersten Ablagerungen bis zur vollendeten den Blutkörperchen ähnlichen Bildung zu verfolgen. Es tritt aber

---

[1]) H. Nasse, a. a. O. S. 224 u. Bouisson, a. a. O. p. 428.
[2]) C. Müller, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. III. Heidelberg, 1845. 8. S. 221.
[3]) C. Müller, Ebendaselbst. S. 244 fgg. Kölliker, Ebendaselbst. S 128 u. J. C. Fahrner, De globulorum sanguinis in mammalium embryonibus atque adultis origine. Turici, 1845. 8. pag. 19 u. 80.

hier eine so große Mannigfaltigkeit der Gestalten der mikroskopischen Gebilde hervor; man hat es so häufig mit Mischungen von Milchsaft und Lymphe zu thun, daß fast jeder sichere Ueberblick unmöglich wird.

811 Die vergleichende chemische Analyse der Lymphe eines fastenden und eines mit reichlicher Nahrung gefütterten Thieres müßte am ehesten entscheiden, welche Eigenthümlichkeiten dem Milchsafte zukommen. Da sich jedoch nicht die Beobachtungen an einem und demselben Thiere anstellen lassen, so bleibt Nichts übrig, als die Versuche unter denselben Verhältnissen an vielen Geschöpfen der gleichen Art anzustellen. Die statistischen Mittelwerthe wären am ehesten geeignet, diese dunkelen Fragen wenigstens theilweise aufzuhellen.

812 Die Wissenschaft besitzt noch keine Erfahrungsreihe, welche dieser Forderung genügte. Wir können uns hier nur an die Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin, wie sie von H. Nasse [1]) ihren Mittelwerthen nach berechnet worden sind, halten. Der Milchsaft nüchterner Pferde und solcher, die mit Hafer gefüttert worden, ergab:

Bestandtheile.	Mittlere Procentwerthe von je drei Einzeluntersuchungen des Inhaltes des Milchbrustganges.	
	Nüchterne Pferde.	Mit Hafer gefütterte Pferde.
Wasser	93,97	94,48
Trockener Kuchen	1,06	0,44
Fester Rückstand des Serum	4,97	5,08
Eiweiß	4,07	3,14
Extractivstoffe, Kochsalz und milchsaueres Natron . .	0,84	1,06
Extractivstoffe und kohlensaueres Natron . . .	0,31	0,15
Fett	wenig	0,82

Es läßt sich nicht behaupten, daß die Mischung von Milchsaft und Lymphe im Durchschnitt wässriger als die reine Lymphe ist. Denn die Unterschiede der Mittel, die nur von drei Einzelbeobachtungen stammen, sind im Ganzen zu gering, als daß sie zu einer solchen Folgerung berechtigten. Die Menge des Eiweißes scheint dagegen in der Lymphe und die des Fettes im Chylus vorzuherrschen. Die Salze und die Extractivstoffe gestatten keinen bestimmten Schluß.

Rees [2]) fand 90,48% Wasser, 7,08% Eiweiß mit Spuren von Faserstoff, 0,56% Zomidin, 0,52 Osmazom, 0,44 Chlorkalium, schwefelsaueres und kohlensaueres Kali nebst Spuren von phosphorsauerem Kalk und Eisenoryd und 0,92% Fett in dem Inhalte des Milchbrustganges eines Erhängten.

813 Versuchen wir den Einfluß der Nahrungsmittel auf den uns hier beschäftigenden Gegenstand zu bestimmen, so müssen wir dasjenige, was die

[1]) H. Nasse, a. a. O. pag. 236. 237.
[2]) Rees, in Froriep's neuen Notizen. Nr. 483. Weimar, 1842. 4. S. 324.

Diffusionsverhältnisse andeuten, mit dem, was die einzelnen zerstreuten Erfahrungen ergeben haben, verbinden, um wenigstens einige Lichtpunkte zu erhalten.

814 Das Eiweiß kann in flüssiger oder fester Form, der Faserstoff nur als dichter Körper dem Magen einverleibt werden. Hat aber der Magensaft diese Verbindungen aufgenommen, so wird wenigstens ein großer Theil derselben eingesogen. Die Milchsaftgefäße können hierbei eine gewisse Menge von Proteinkörpern empfangen. Ihr Inhalt erlangt aber deswegen keine milchige Beschaffenheit. Bouchardat und Sandras[1]) fanden auch, daß dann nicht der Chylus von Thieren von dem der Lymphe hungernder Geschöpfe wesentlich abweicht. Er ist nur alkalischer, führt viel Faserstoff und röthet sich leicht an der Luft. Tödtete Bouisson[2]) Hunde, die sechs Stunden vorher Faserstoff verzehrt hatten, so füllte eine citronengelbe, klare Flüssigkeit die angeschwollenen Gekrösdrüsen aus. Der Inhalt des Milchbrustganges bildete einen starken Kuchen, der sich an der Luft röthete.

815 Der feste Käsestoff, den der Magensaft niedergeschlagen hat, wird ähnliche Schicksale, wie die geronnenen Formen des Eiweißes und des Faserstoffes erleiden. Wollte man die Fällung durch Essigsäure, als ein sicheres Merkmahl der Erkenntniß dieses Körpers ansehen, so ließe sich sogar behaupten, daß viele Arten von Milchsaft Casein enthalten. Denn der Chylus schlägt sich nicht selten durch Essigsäure nieder.

816 Der Leim gleicht wahrscheinlich den eben erwähnten stickstoffhaltigen Verbindungen. Man kann jedoch noch nicht mit Bestimmtheit behaupten, daß ein Theil ins Blut und ein anderer in den Milchsaft übergehe. Tiedemann und Gmelin[3]) konnten ihn wenigstens nicht mit Bestimmtheit in dem Chylus eines Hundes, den sie mit Hausenblase und Tischlerleim gefüttert hatten, nachweisen.

817 Das Fett geht in bedeutender Menge in den Milchsaft über, macht ihn trübe und verleiht ihm die Eigenschaften einer Emulsion. Weiße Streifen kommen bisweilen in dem Blute von Thieren, die noch Muttermilch genießen, vor. Dieselbe Erscheinung kann sich sogar in Erwachsenen, die sehr fettreiche Speisen verzehrt haben, wiederholen. Sie läßt eine doppelte Deutung zu. Die Blutadern wären im Stande, einen Theil des überschüssigen Fettes aufzunehmen und zu behalten. Es ist aber auch möglich, daß nicht sogleich der milchige Chylus, der dem Blute von dem Milchbrustgange aus beigemischt worden, allseitig vertheilt und dem regelrechten Umsatze unterworfen wird.

818 Die schon früher (§. 718.) erläuterten Verhältnisse der Galle machen es denkbar, daß ein Theil ihrer Bestandtheile dem Milchsafte einverleibt wird. Da aber nur die Gekröslymphe hungernder Geschöpfe Spuren von Fett enthält, so kann jedenfalls nicht aus dieser Quelle die emulsive Beschaffenheit des Milchsaftes hergeleitet werden.

---

[1]) Bouchardat und Sandras, in den Annales des sciences naturelles. Seconde Série. Zoologie. Paris. Tome XVIII. 1842. 8. pag. 240.

[2]) Bouisson, a. a. O. S. 493.

[3]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, Die Verdauung. Bd. I. S. 172. 173.

Wird Zucker in den Getränken eingeführt, so muß er eher der großen Wasserverdünnung wegen ins Blut übergehen. Der Milchsaft weist aber nicht die Aufnahme dieser Verbindung zurück. Er kann sie in solcher Menge enthalten, daß er deutlich süß schmeckt. 819

Entsteht Traubenzucker aus Stärke (§. 378.), so wird er sich auf ähnliche Weise verhalten. Tiedemann und Gmelin [1]) fanden Zucker und Gummi in dem Darminhalte und Zucker in dem Milchsafte eines mit Stärke gefütterten Hundes. Die Gährungserscheinungen dienten hierbei als Unterscheidungsmerkmahl. Bouchardat und Sandras [2]) dagegen bemerkten keine Zuckerbildung in dem gleichen Falle. Der Milchsaft unterschied sich nicht von dem fastender Thiere. Er war in Hunden nach reiner Stärkefütterung neutral, nach dem Genusse von Brod dagegen alkalisch. Milchsäure gab sich in allen diesen Fällen in dem Speisebrei in reichhaltigster Menge zu erkennen. Dextrin und Zucker konnten dagegen selbst nicht mittelst des Polarisationsapparates (§. 590.) nachgewiesen werden.

Der Weingeist, der unmittelbar genossen wird, geht, wie es scheint, leichter ins Blut über. Was aber den Alkohol, der sich in Folge der Gährung von Pflanzennahrung bilden kann (§. 679.) betrifft, so fehlen noch alle Untersuchungen über sein Verhalten zum Milchsaft. 820

Der Chylus schließt Farbestoffe mit vieler Hartnäckigkeit aus. Enthält die Nahrung Färberröthe, Safran und ähnliche Körper, so findet man in der Regel, daß der Milchsaft keine ungewöhnliche Färbung besitzt. Zweierlei Verhältnisse können jedoch zu Ausnahmen führen. Enthalten die Speisen beträchtliche Mengen eines färbenden Körpers, so nimmt zwar das Blut den größten Theil derselben auf. Eine geringe Quantität kann aber, wie es scheint, in den Chylus übergehen. Hatten Bouchardat und Sandras [3]) große Massen von Curcuma und Fett einem Hunde verabreicht, so wurde der Milchsaft schwach gelblich gefärbt. Sein Aetherauszug enthielt den Farbestoff der Curcuma. Mischt man dagegen wenig Curcuma oder Ochsenzungenkraut mit Oel, so kehrt nur dieses in dem Chylus wieder. 821

Anhaltendes Fasten verursacht eine zweite, jedoch nur scheinbare Ausnahme. Füttert man ein Kaninchen mit Nahrungsmitteln, die mit Färberröthe vermischt sind, so bleibt der Milchsaft hell, man mag ihn früher oder später untersuchen. Läßt man aber ein Thier, das zuerst reichliche Mengen von Färberröthe genossen, längere Zeit hungern, so nehmen die Saugadern Theile des Farbestoffes auf. Die Lymphe und der Inhalt des Milchbrustganges haben dann nach Bouisson [4]) eine Zeit lang eine röthliche Farbe, wenn selbst von Neuem gewöhnliche Speisen verabreicht worden.

Der Dichtigkeitsgrad der Flüssigkeiten, die Salze aufgelöst haben, muß bestimmen, ob größere Massen von ihnen in das Blut oder den Milchsaft 822

---

[1]) Ebendaselbst, Bd. I. S. 184.
[2]) Bouchardat und Sandras, a. a. O. S. 234—236.
[3]) Bouchardat und Sandras, Annales des sciences naturelles. Tome XX. p. 169.
[4]) Bouisson, a. a. O. p. 523. 524.

übergehen. Der Chylus wird aber irgend dichtere Salzlösungen mit mehr Begierde anziehen. Er scheint auch meist in der That an Salzen verhältnißmäßig reicher, wie das Blut zu sein. Halten wir uns z. B. an die von H. Nasse [1]) zusammengestellten Mittheilungen, so haben wir:

Bestandtheile.	Procentige Menge von Salzen			
	in dem Pferde.		in der Katze.	
	Blut.	Milchsaft.	Blut.	Milchsaft.
Alkalische Salze	0,67	0,70	0,70	0,94
Erdsalze	0,03	0,10	0,05	0,20
Gesammtmenge der Asche .	0,77	0,80	0,80	1,14

823 Die Chemiker geben an, daß das Eisen in dem Blute in bedeutenderen Mengen als in dem Milchsafte vorkommt. Die Blutmasse des Pferdes führte 0,07% und die der Katze 0,05%. Der Chylus dagegen enthielt so geringe Spuren dieses Metalls, daß sie sich selbst nicht ihrem Werthe nach genau bestimmen ließen [2]). Dieser Unterschied hängt, wie es auf den ersten Blick scheint, mit den Farbenverhältnissen beider Flüssigkeiten zusammen. Der Blutfarbestoff oder das Hämatin führt nach Mulder 6,45 bis 6,75% Eisen. Es ist vorzugsweise an die Blutkörperchen, von denen auch die Hauptfarbe des Blutes herrührt, gebunden. Da nun der Milchsaft keine Gebilde der Art oder höchstens geringe Mengen in dem Milchbrustgange führt, seine übrigen Bestandtheile aber keine rothe Färbung zu erzeugen scheinen, so könnte man sich vorstellen, daß deshalb der Hauptbegleiter der Verbindung, die das Blut röthet, mangelt. Zweierlei Schwierigkeiten stehen aber noch vorläufig der Sicherheit des Schlusses entgegen. Der Inhalt des Milchbrustganges röthet sich oft an der Luft. Nimmt man an, daß die Analysen des Milchsaftes vollkommen zuverlässig sind, so müßte man hieraus schließen, daß das Eisen die Röthung nicht wesentlich bestimmt. Fehlt aber auch dieses Metall dem regelrechten Chylus, so kann man nicht hieraus folgern, daß er das Eisen mit solcher Kraft wie die Farbestoffe zurückweise. Denn wir werden später sehen, daß sich bisweilen Eisensalze, die in bedeutenderen Mengen in den Magen eingeführt werden, in dem Inhalte des Milchbrustganges wieder finden.

824 Wir können den angeführten Thatsachen gemäß bestimmen, wie sich der Chylus nach Verschiedenheit der eingenommenen gemischten Nahrungsmittel verhalten wird. Bestanden die Speisen aus stärkmehl-, eiweiß- oder faserstoffreichen und fettarmen Stoffen, so wird er heller bleiben und eine weißgelbliche Farbe besitzen. Fettes Fleisch, Butter, mit Oel zubereitete Nahrungsmittel und ähnliche Dinge müssen ihn vorzugsweise milchig machen.

---

[1]) H. Nasse, a. a. O. S. 234. 235.
[2]) H. Nasse, a. a. O. S. 234.

Da aber die Verarbeitung der Fette von den individuellen Verdauungskräften in hohem Grade abhängt, so scheint sich hieraus zu erklären, weshalb Heusinger den Milchsaft eines Hundes, der mit Fett gefüttert worden war, trüb und milchig, den eines zweiten Thieres dagegen, das dieselbe Nahrung erhalten hatte, hell und durchsichtig fand. Gesalzene Speisen, Häringe, Sardellen u. dgl. werden mehr Aschenbestandtheile dem Chylus zuführen. Der Ausspruch, daß die Fleischnahrung einen milchigen, die Pflanzenspeisen dagegen einen hellen Milchsaft liefern, gilt nur in sofern, als jene reichliche und diese sparsame Mengen von Fetten darzubieten pflegen. Fällt diese Nebenbedingung hinweg, so bleibt auch der angebliche Unterschied, so weit er sich auf das äußere Ansehen bezieht, aus.

Macaire und Marcet [1]) haben vergleichungsweise den Milchsaft eines mit Heu gefütterten Pferdes und eines fast nur mit thierischen Stoffen ernährten Hundes elementaranalytisch geprüft. Sie erhielten hierbei:

Thier.	Procentige Menge des trockenen Rückstandes.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Pferd	55,0	6,7	11,0	26,8
Hund	55,2	6,6	11,0	26,9

Beide Arten von Chylus würden hiernach vollkommen übereinstimmen. Mehrere Umstände machen jedoch wünschenswerth, daß diese Beobachtung mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln der Chemie wiederholt würden. Lassen wir auch die Unwahrscheinlichkeit, daß eine fettreichere, emulsivere Flüssigkeit dieselben elementaranalytischen Bestandtheile, wie eine fettärmere, führen soll, bei Seite, so geben die genannten Forscher an [2]), daß sie 5,5% Kohlenstoff weniger in dem Schlagader- als in dem Venenblute eines Kaninchens gefunden haben. Diese Thatsache weicht aber so sehr von den Erfahrungen von Playfair, Boeckmann und Mulder (§. 395) ab, daß auch gerechte Bedenken gegen die Werthe der Milchsaftanalysen gestattet sein müssen.

825 Erste Bildung der Lymphe. — Die Betrachtung des Milchsaftes führte uns schon zu der Vermuthung, daß die Saugadern des Darmes die Bestimmung haben, gewisse Stoffe von dem Blute fern zu halten und auf eigenthümlichen berechneten Bahnen weiter zu führen. Die Verhältnisse, welche die Lymphgefäße darbieten, führen zu ähnlichen Wahrscheinlichkeitsschlüssen.

826 Tritt das Blut in die feinsten Gefäßnetze, so sondert es eine bestimmte Menge von Ernährungsflüssigkeit aus. Diese durchtränkt die benachbarten Gewebe, giebt ihnen, was sie zu ihrer Erhaltung und ihrem Wachsthum brauchen und nimmt wahrscheinlich vorläufig die von ihnen abgeschiedenen Stoffe auf. Vergrößert sich auf diese Weise ein Körpertheil, so werden mehr feste Verbindungen zurückbehalten. Die übrigbleibende Ernährungs-

[1]) Macaire u. Marcet, in den Mémoires de la société de Physique et d'Histoire naturelle de Genéve. Tome V. Genève, 1832. 4. p. 229.
[2]) Ebendaselbst, pag. 234.

flüssigkeit muß daher wässriger werden. Verharren aber auch nur die Organe in ihrer gewöhnlichen Uebung, so wird sich die gleiche Folge, nur in geringerem Grade einfinden. Denn ein Theil der durch ihre Thätigkeit erzeugten Umsatzgebilde nimmt wahrscheinlich die gasförmige Gestalt an. Die Ernährungsflüssigkeit führt daher in jedem Falle bedeutendere Wassermengen und für den Augenblick unbrauchbare umgesetzte Verbindungen. Die freien Oberflächen allein und vor Allem die Haut können einen Theil der Feuchtigkeit austreten lassen. Sollen sich aber nicht nach und nach wassersüchtige Anschwellungen bilden und umgesetzte Stoffe im Uebermaaß anhäufen, so muß ein Theil der Mischung auf anderen Wegen fortgeführt werden.

827 Mangelte das Saugadersystem, so hätten nur die Blutadern die verdünnten Lösungen der Umsatzstoffe aufnehmen können. Das Blut wäre dann mit verbrauchten Körpern, die es nicht auf ein Mal verbrennen konnte, überladen, zu dem Herzen und den Lungen gekommen. Die Schlagadern hätten noch einen beträchtlichen Theil von ihnen erhalten. Störungen mannigfacher Art würden sich auf diese Weise in ihre Absonderungsthätigkeit, in die Ernährungs und Wachsthumserscheinungen eingeschlichen haben.

Die Saugadern verhindern die Nachtheile, die hieraus entsprungen wären. Sie nehmen die wässrigeren Lösungen auf und leiten sie allmählig nach dem Herzen. Die Flüssigkeit veredelt sich stufenweise durch die mittelbare Berührung, in die sie unterdeß mit dem Blute in den Lymphdrüsen tritt. Jeder schroffe Uebergang wird durch diese Einrichtung vermieden.

Man muß zugeben, daß sich diese Vorstellung weder streng beweisen, noch in allen ihren Einzelnheiten verfolgen läßt. Die krankhaften Zeichen, welche die Verstopfung der Lymphdrüsen nach sich zieht, stützen aber die eben vorgetragene Ansicht in solchem Grade, daß wir sie schon jetzt für mehr, als für eine bloße Hypothese halten müssen.

Der regelrechte Zustand setzt voraus, daß alle Ueberschüsse der Ernährungsflüssigkeit aufgesogen und fortgeführt werden. Ist dieses Gleichgewicht gestört, wird mehr ausgeschieden, als zurückgeleitet, so muß der entsprechende Theil wassersüchtig anschwellen.

Es kommt bisweilen vor, daß z. B. im Verlaufe eines Wochenbettes die Achseldrüsen unwegsam werden. Der Arm schwillt dann an und entartet nach und nach an einzelnen Stellen. Läßt man sich zur Absetzung des Oberarmes verleiten, so behält der Stumpf, so lange die Wunde eitert, seinen gewöhnlichen Umfang. Ist sie vernarbt, so kehrt die alte weiche und nachgiebige Geschwulst wieder. Denn die Lymphgefäße können nicht den Ueberschuß der gewöhnlichen Ernährungsflüssigkeit bei der Fortdauer der Achseldrüsenverstopfung aufnehmen Oberschenkelstümpfe bieten ähnliche Erscheinungen bei Verschließung der Leistendrüsen dar. Die kalte weiße Schenkelgeschwulst der Wöchnerinnen (Phlegmasia alba dolens) kann aus ähnlichen Ursachen hervorgehen.

Hat der Chirurg die krebsige Brust einer Frau ausgerottet, so entarten häufig die Achseldrüsen, ehe noch die Wunde vernarbt ist. Der Arm schwillt dann aus dem gleichen Grunde wassersüchtig an

Alard [1]) betrachtete schon die Entartung der Lymphdrüsen als die wesentliche Ursache der Elephantiasis. Henle [2]) führte diese Ansicht nach den neueren mikroskopischen

---

[1]) K. E. Hasse, Specielle pathologische Anatomie. Bd. I. Leipzig, 1841. 8. S. 10.
[2]) J. Henle, in S. u. Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. Zürich, 1842. S. 72—87.

und physiologischen Untersuchungen strenger durch. Die gehinderte Rückfuhr vergrößert nicht bloß das Glied, sondern ändert auch das Gewebe der Lederhaut und der Oberhaut. Diese verhornt stärker, und eine lymphatische Flüssigkeit dehnt die übrigen Theile und vorzüglich die speckigen Massen, die unter der Haut liegen, und die Zellgewebemaschen, welche die einzelnen Theile verbinden, übermäßig aus [1]).

828 Haben auch die Lymphgefäße die Bestimmung, als Verbesserungswerkzeuge des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit zu wirken, so kann doch leicht ihre Kraft durch zu starke Ausscheidungen überwunden werden. Läßt eine Entzündung zu viel proteinreiche Flüssigkeit auf einmal austreten, so wird nicht bloß ein Theil zurückbleiben, sondern auch ferneren Organisationsverhältnissen unterliegen. Die festen Ausschwitzungen, die Eiterablagerungen und die übrigen fremdartigen Bildungen, die auf solche Weise entstehen, müssen erst später von Neuem gelöst werden, wenn sie in die Säfte des Körpers übergehen sollen. Die Flüssigkeiten schwinden daher zuerst. Die festen Absätze des geronnenen Blutes, der Exsudat- und Eiterkörperchen und der Ausschwitzungsfasern bleiben längere Zeit oder für immer zurück. Sind auch die Saugadern wassersüchtiger Glieder strotzend mit ihrem gelblichen Inhalte gefüllt, so reicht dieses doch nicht hin, alle ausgeschiedene Ernährungsflüssigkeit aufzunehmen.

829 Fortbewegung der Lymphe. — Die Untersuchungen, die man bis jetzt über die Verhältnisse der Anfange der Körpersaugadern anstellen wollte, scheiterten an anatomischen Schwierigkeiten. Wo Klappen vorkommen, da finden sie sich schon in kleinen Gefäßstämmen und hindern jede centrifugal gerichtete Einspritzung. Es ist daher hier nicht möglich, die mikroskopischen Zweige auf dieselbe Art zur Anschauung zu bringen, wie wir die Capillargefäße durch Einspritzungen der Schlagadern sichtbar machen. Manche Organe, wie die Leber, bieten günstigere Verhältnisse dar. Man kann an ihr im Pferde die Saugadern soweit mit Quecksilber füllen, daß die reichlichsten Netze die gesammte Oberfläche dieser Drüse bedecken. Es ist aber noch nicht zu ermitteln gelungen, wie sich die Blutgefäße zu diesen Anfangstheilen des Lymphgefäßsystems verhalten.

Fig. 104.

830 Ein anderes Verfahren, das häufig benutzt worden, läßt verschiedene Deutungen zu. Stechen wir die Spitze einer feinen Canüle *a*, Figur 104., die mit einem Fohmann'schen Einspritzungsapparate *b c* in Verbindung steht, in die Haut ein und öffnen den Hahn *d*, so dringt das Quecksilber, das bis zur Höhe *c* aufgeschichtet wurde, in netzförmigen Bahnen weiter, gelangt endlich in einzelne Lymphgefäßstämme des Armes und tritt zuletzt in glücklichen Fällen in die Achseldrüsen. Viele der Einspritzungen, nach denen anatomische Abbil-

[1]) G. Sinz, De elephantiasi Arabum. Turici, 1842. p. 16 fgg.

dungen des Saugadersystems verfertigt worden, rühren von solchen auf das Gerathewohl vorgenommenen Füllungen her. Sie verführten noch in neuerer Zeit zu der Ansicht, daß die lymphatischen Gefäße in die Zwischenräume der Gewebe frei mündeten. Man suchte sogar jene Vorstellung, weil die gleiche Injectionsmethode an den Blutgefäßen der Mollusken und anderer wirbelloser Geschöpfe nach Milne Edwards und Quatrefages zu gelingen pflegt, auf das Blutgefäßsystem niederer Thiere auszudehnen. Da noch keine Saugadern in ihnen nachgewiesen wurden, so bereitete diese Ausdehnung der Ansicht geringere Schwierigkeiten.

Giebt man auch zu, daß es sich noch nicht hinreichend erklären läßt, weshalb so häufig das Quecksilber mittelst künstlicher Einrisse in die Saugadern gelangen soll, so widerstreitet doch die Annahme offener Verbindungen der Lymphgefäße und der Maschenräume des Zellgewebes allen übrigen bekannten anatomischen, physikalischen und physiologischen Verhältnissen. Berücksichtigen wir auch nicht die Schwierigkeiten, auf welche dann die Mechanik der Lymphbewegung stoßen würde, so müßten die Saugadern alle Flüssigkeit, die ihnen die Zwischenräume der Gewebe darbieten, aufnehmen können. Da sie aber einzelne Stoffe entschieden zurückweisen, so kann nicht von einem einfachen Ueberströmen, wie es jene anatomische Anordnung verlangt, die Rede sein.

831 Die wesentlichsten Kräfte, welche der Bewegung des Milchsaftes dienen (§. 782 bis §. 799.), treiben auch die Lymphe weiter. Der größere Wassergehalt der ursprünglich vorhandenen Lymphe liefert meist eine ununterbrochene Anregung zur Fortdauer der Diffusion. Die genaue Berührung, in welche der Luftdruck alle inneren, hermetisch abgeschlossenen Gewebe bringt, muß jede Ueberfüllung, so lange keine außergewöhnlichen Druckkräfte hinzutreten, verhüten. Die Fortdauer der Einsaugung schiebt die vorderen Lymphsäulen vorwärts und die Saugaderwände selbst können die Bewegung durch ihre lebendige Verkürzung unterstützen. Die Hilfe, welche die wurmförmige Bewegung der Gedärme und die Athmungsmechanik dem Laufe des Milchsaftes gewährt, kann auch der Lymphe durch die Zusammenziehung der Körpermuskeln zu Theil werden.

832 Die Klappen oder Ventile haben dieselbe Einrichtung, wie in den Saugadern des Gekröses. Sie fehlen zwar manchen Lymphgefäßstämmen, wie z. B. denen der Leber, sind aber in den meisten übrigen lymphatischen Gefäßen in reichlichster Menge vorhanden. Je zwei von ihnen stehen meist im Menschen im Durchschnitte um 2 bis 14 Millimeter von einander ab. Man findet jedoch auch einzelne Stellen, in denen gar keine Ventilation auf eine Entfernung von 13,5 bis 16,5 Centimeter angebracht worden ist. Die Taschen häufen sich, wie es scheint, so wie sich irgend größere Gefahren dem geregelten Gange der Lymphe entgegenstellen. Ihre Mechanik ist schon §. 788. erläutert worden.

Verglich ich wechselseitig die Entfernungen, in denen die Lymphgefäßklappen eines und desselben Menschen von einander abstanden, so ergaben sich 3 bis 5,5 Mm. für die Saugadern des Unterschenkels, 1⅓ bis 12,5 für die des Oberschenkels, 1,2 bis 5,5 für die

Gänge in der Nachbarschaft der Leistendrüsen, 1 bis 9 Mm. für die an dem Promontorium gelegenen Geflechte, 1,2 bis 9 Mm. für die Milchcysterne und 7 bis 14 Mm. für den Milchbrustgang. Alle diese Klappen schließen in der Regel mit gehöriger Pünktlichkeit. Es soll jedoch auch vorkommen, daß sie in einzelnen Leichen unvollkommen absperren und die Endzweige von den Hauptstämmen aus eingespritzt werden können [1].

833 Gleichen in vielen Beziehungen die Saugadern den Venen, so unterscheiden sie sich doch dadurch von ihnen, daß ihre größeren Stämme keine so bedeutenden Durchmesser in Verhältniß zu den untergeordneten Zweigen zu erreichen pflegen. Es muß daher das Mißverhältniß der Innenräume der Hauptäste und der Anfangsnetze stärker hervortreten. Werden hierbei die Lymphgefäße durch das nöthige Maaß von Kraft unterstützt, so kann ihr Inhalt rascher dahineilen.

834 Die Lymphdrüsen verhalten sich in ähnlicher Weise, wie die Gekrösdrüsen. Sie liegen meist an Stellen, die vor äußerem Druck und vor stärkeren Muskelwirkungen geschützt sind, damit nicht ihre Röhren durch Gewichte, die auf ihnen längere Zeit lasten, beeinträchtigt werden.

835 Mischung der Lymphe. — Sie bildet meist eine wässrige, durchsichtige und blaßgelbliche Flüssigkeit, die alkalisch reagirt und schwach gesalzen schmeckt. Die Saugadern der Milz führen ausnahmsweise eine röthliche Flüssigkeit zur Verdauungszeit. Der Inhalt des Milchbrustganges kann eine ähnliche Färbung darbieten. Hat ein Bluterguß in einem Theile statt gefunden, so wird nicht selten aus ihm röthliche Lymphe abgeführt.

836 Die Flüssigkeit, die wir aus den Lymphgefäßen erhalten, scheidet sich an der Luft in Kuchen und Serum. Die Atmosphäre röthet jenen nur, wenn die Masse aus dem Milchbrustgange oder aus verarbeiteter Lymphe stammt. H. Nasse [2]) nimmt sogar an, daß die Erscheinung nur dann, wenn wahre Blutkörperchen in ihr vorhanden sind, vorkommt.

837 Ein glücklicher Zufall macht es möglich, daß man menschliche Lymphe an einer ihrem Ursprunge ziemlich nahen Stelle untersuchen kann. Es kommt nämlich bisweilen vor, daß eine Saugader des Fußes an einem Punkte ihres Verlaufes geöffnet wird. Die kleine Spalte, die fortwährend dünne Lymphe entläßt, widersteht den gewöhnlichen Heilversuchen mit vieler Hartnäckigkeit. Die Unterbindung des Saugaderstammes allein hat in einem Falle der Art, der von Nasse und J. Müller beobachtet wurde, die ersehnte Hilfe gewährt.

Nasse und Bergemann [3]), so wie Marchand und Colberg [4]) haben Lymphe der Art zu chemischen Prüfungen benutzt. Sie fanden:

---

[1]) Cruikshank, Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefäße oder der Saugadern des menschlichen Körpers. Aus dem Englischen von C. F. Ludwig. Leipzig, 1789. 4. S. 61.

[2]) H. Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1845. 8. S. 367.

[3]) Ebendaselbst, S. 395.

[4]) Marchand und Colberg, in Müller's Archiv. 1838. S. 133.

Nro.	Procentmengen. Wasser.	Fester Rückstand.	Faserstoff.	Eiweiß.	Fettes Oel und krystallinisch Fett.	Chlorkalium, Chlornatrium, kohlensaueres u. milchsaueres Alkali, schwefelsauerer und phosphorsauerer Kalk und Eisenoxyd.	Beobachter.
1	94 bis 95	5 bis 6	0,17	4,83 bis 5,83			H. Nasse.
2	96,93	3,07	0,5	0,43	0,26	1,54	Marchand u. Colberg.

Die 0,32%, die in der Analyse Nr. 2. fehlen, werden von den genannten Forschern auf den Verlust und einen thierischen Stoff, den sie für Osmazom halten, bezogen.

Die Lymphe des Milchbrustganges eines Menschen führte nach L'Heritier 92,44% Wasser, 0,32% Faserstoff, 6,00% Eiweiß, 0,51% Fett und 0,83% Salze. Bedenkt man, wie kleine Mengen in allen solchen Fällen zu Gebote stehen und wie wenig Verunreinigungen bei der größten Sorgfalt vermieden werden können, so muß man zugeben, daß diese Ergebnisse nur allgemeine Vergleichungen im günstigsten Falle gestatten.

838 Die Lymphe stimmt in manchen Punkten mit der Ernährungsflüssigkeit, welche die Organe durchtränkt, überein. Sie ist mindestens eben so wasserreich als diese und führt auch verhältnißmäßig viel Salze und Eiweiß. Der Faserstoff dagegen, der ihr das äußere Merkmahl der Gerinnung verleiht, mangelt dem regelrechten Ernährungsfluidum. Wir werden aber in der Ernährungslehre sehen, daß sich diese Erscheinung vielleicht nur auf Nebenverhältnisse bezieht.

839 Die serösen Flüssigkeiten bieten eben so viele Aehnlichkeiten dar. Vergleichen wir z. B. die Zahlen, die Tiedemann und Gmelin [1]) für die Lymphe der Saugadern des Beckens und das Bauchwasser eines und desselben Pferdes erhalten haben, so ergiebt sich:

Flüssigkeit.	Procentwerth. Wasser.	Fester Rückstand.	Faserstoff.	Eiweiß.	Extractivstoffe, Fett und Salze	Verlust.
Beckenlymphe	96,77	3,23	0,13	1,49	1,23	0,38
Bauchwasser	97,62	2,38	—	1,19	1,19	—

[1]) Tiedemann und Gmelin, Die Verdauung. Bd. I. S. 247. Vergl. H. Nasse, a. a. O. S. 396 u. 403.

Das Eiweiß und selbst der Wassergehalt beider Flüssigkeiten verräth mithin keine wesentlichen Unterschiede. Der Faserstoff, der die Lymphe begleitet, fehlt in den meisten Fällen dem Bauchwasser.

Der gegenwärtige Zustand der Chemie macht es noch unmöglich, in allen diesen Betrachtungen weiter vorzudringen. Die feineren Unterschiede, auf welche die mikroskopischen und physiologischen Hilfsmittel hinweisen, lassen sich für jetzt nicht im Einzelnen auf dem Wege der Analyse angeben. 840

Dasselbe gilt von allen Vergleichen, die wir mit dem Blute oder dem Blutwasser anstellen. Der Boden wankt aber hier noch mehr, weil eine neue wesentliche Schwierigkeit hinzukommt. Wollen wir die Verhältnisse des Lebens berücksichtigen, so dürfen wir nur die Blutflüssigkeit, nicht aber die Blutkörperchen ins Auge fassen. Jene enthält aber den Faserstoff, der sich bei der Gerinnung abscheidet, aufgelöst. Rechnet man ihn auch hinzu, so läßt sich nicht vermeiden, daß die zum Grunde liegenden Procente des Wassers unsicher ausfallen. Gelänge es auch, die Blutkörperchen auf künstlichem Wege zu sondern, so bleibt es immer ungewiß, wie viel Wasser sie im Leben enthalten; denn jede Trennung derselben ist nothwendiger Weise mit einer Veränderung der Dichtigkeit verbunden. 841

H. Nasse[1]) hat den Versuch gemacht, die Zusammensetzung des Blutwassers zu schätzen und dabei auf die Verhältnisse des Faserstoffes Rücksicht zu nehmen. Gebrauchen wir seine Hauptzahlen zu Annäherungsbelegen, so erhalten wir: 842

Geschöpf und Flüssigkeit.	Procentwerthe.					Beobachter.
	Wasser.	Fester Rückstand.	Faserstoff.	Eiweiß.	Extractivstoffe, Fette und Salze.	
Blutflüssigkeit des Menschen . .	90,8	9,2	0,3	7,4	1,5	H. Nasse.
Lymphe des Menschen	96,93	3,07	0,52	0,43	1,8	Marchand u. Colberg.
Blut des Pferdes	91,80	8,20	0,26	6,6	1,34	H. Nasse.
Beckenlymphe des Pferdes . . .	96,77	3,23	0,13	1,49	1,23	Tiedemann u. Gmelin.

Die Lymphe wäre hiernach nicht nur wässriger, als die Blutflüssigkeit, sondern enthielte auch absolut und relativ geringere Mengen von Eiweiß. Ihr Faserstoffgehalt wechselt, vergrößert sich aber, wie ihre Gerinnungsfähigkeit lehrt, im Verlaufe des weiteren Fortganges der Mischung.

Die Vergleichung der Fette stößt auf mancherlei Schwierigkeiten. Es läßt sich theoretisch annehmen, daß die gewöhnliche Lymphe nur Spuren von Fett enthalten wird. Tiedemann und Gmelin bestättigten dieses für die Beckenlymphe und den Inhalt des Milchbrustganges des Pferdes.

[1]) H. Nasse, a. a. O. S. 308.

Bergemann erwähnt auch nicht des Fettes als eines Bestandtheiles der von ihm geprüften Menschenlymphe. Marchand und Colberg dagegen geben 0,26% und l'Heritier sogar 0,51% an, während Nasse der Blutflüssigkeit 0,2% und Becquerel und Rodier dem Blute im Ganzen 0,16% zuerkennen. Neue Beobachtungen sind daher auf diesem Gebiete zur Entscheidung der Frage erfoderlich.

Wir haben schon früher gesehen (§. 822.), daß sich die Lymphe gleich den übrigen wasserreichen Flüssigkeiten unseres Körpers durch ihren verhältnißmäßigen Salzreichthum auszeichnen wird. Marchand und Colberg fanden 1,54% in der Fußrückenlymphe des Menschen und H. Nasse schätzt die Menge der Asche der Blutflüssigkeit auf 0,9%. Ein Widerspruch mangelt jedoch auch nicht auf diesem Gebiete. Denn Rees giebt nur 0,44% an.

Die feuerbeständigen Verbindungen betragen ungefähr in der Lymphe die Hälfte des festen Rückstandes nach Marchand und Colberg, $1/10$ dagegen nach Nasse im Blutwasser und $1/3$ — $1/4$ im Blute im Ganzen nach Becquerel und Rodier[1]). Die Analyse von Rees ergiebt wieder nur $1/21$ — $1/22$. Diese letztere Mittheilung wird um so zweifelhafter, als ihr auch die an Thieren angestellten Beobachtungen von Chevreul, Leuret und Lassaigne widerstreiten.

843 Die Saugaderdrüsen machen die Lymphe aus den schon früher angeführten Gründen dichter, alkalischer und gerinnbarer. Man kennt aber bis jetzt nicht die einzelnen Veränderungen, die hier eingeleitet werden. Eben so wenig weiß man, ob sich Stoffe in besonderen Räumen, wie sie in der Schilddrüse oder der Thymus vorkommen, absetzen. Die anatomischen Verhältnisse scheinen jedoch eher dagegen, als dafür zu sprechen.

844 Der Inhalt des Milchbrustganges hungernder Thiere kann noch eine geringe Menge von Fett führen, weil die früheren, lange im Darme verweilenden Speisereste oder die Galle kleine Quantitäten von Oelen liefern. Tiedemann und Gmelin[2]) bemerkten bei dem Hunde, daß die Flüssigkeit nach Unterbindung des Gallenganges einen rötheren Kuchen darbot.

845 Die mannigfachen dichten Gemengtheile, die uns das Mikroskop in der Lymphe nachweist, durchlaufen unzweifelhaft verschiedene Stufen der Entwickelung in den einzelnen Theilen des Saugadersystems. Ihre Veränderungen ließen sich aber hier so wenig, als in dem Milchsafte Schritt für Schritt verfolgen. Man weiß nur, daß die röthliche Lymphe der Milz (§. 835.) und nicht selten der Inhalt des Milchbrustganges der Säugethiere vollständige Blutkörperchen führt. Da die Milz große Massen Blutes in ihren venösen Maschenräumen anhäuft, so wäre es möglich, daß hierdurch der Anstoß zur Erzeugung ächter Blutkörperchen gegeben würde. Man ist aber deswegen nicht berechtigt, dieses Organ als die ausschließliche Werk-

---

1) A. Becquerel und A. Rodier, Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutes im gesunden und kranken Zustande. Uebersetzt von Eisenmann. Erlangen, 1845. 8. S. 22.

2) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, Die Verdauung. Bd. II. S. 80.

stätte jener Gebilde zu betrachten oder unmittelbare Verbindungen der Capillaren mit den Lymphgefäßen anzunehmen.

846 **Menge der Lymphe.** — Sie wechselt nach Verschiedenheit der Verhältnisse in hohem Grade. Die federkieldicken Saugadern am Halse des Pferdes belegen dieses am deutlichsten. Untersucht man sie an lebenden Thieren, so sind sie bald strotzend gefüllt, bald dagegen enger und leerer. Die Saugadern des Gekröses und anderer Theile lassen sich oft ohne Mühe erkennen, häufig dagegen erst nach längerem Suchen auffinden.

847 Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die Lymphe in einem lebhaften Nebenstrome dem Blute zufließt. Wie die Ausscheidung des Ernährungsfluidum unausgesetzt fortdauert, wie dieses oder jenes Organ durch seine Thätigkeit Umänderungen einleitet, so müssen die Saugadern unaufhörlich dazwischen treten. Die Verdauung bildet ein häufiges Erhöhungsmittel ihrer Wirkung.

848 Senkte sich immer ein einfacher Stamm des Milchbrustganges in die Vereinigungsstelle der Hals- und der Schlüsselbeinvene und ließe sich längere Zeit der Lymphstrom eines lebenden Thieres unterhalten, so wäre ein Mittel gegeben, die Menge dessen, was in einer Stunde durch einen großen Theil des Saugadersystems durchgeführt wird, zu schätzen. Da aber häufig mehrere Stämme, von denen der eine oder der andere dem Anblick entgeht, vorhanden sind und die Art der Operation das Auffammeln der Lymphe fast immer hindert, so ist es unmöglich die Aufgabe auf diesem Wege zu lösen.

Man hat daher den Versuch gemacht, frisch getödtete Thiere zu benutzen. Bleibt es aber immer bedenklich, solche Erfahrungen zu physiologischen Rückschlüssen zu benutzen, so hindert die Gerinnung der Flüssigkeit jede längere Beobachtung. Die Strömung kann höchstens einige oder wenige Minuten unterhalten werden. Man erfährt daher nur, wie viel innerhalb dieser kurzen Zeit und unter regelwidrigen Verhältnissen ausfließt.

Stellen wir eine von Bidder[1]) gemachte Beobachtungsreihe, die an dem Milchbrustgange frisch getödteter Säugethiere vorgenommen worden, zusammen, so erhalten wir:

Thier.	Körpergewicht desselben in Kilogramm.	Zeit des Ausflusses aus dem Milchbrustgange. in Minuten.	Menge der gesammelten Flüssigkeit in Grm.	
			absolute.	für 1 Minute.
Kater	5,625	2,5	0,932	0,373
Katze	3,75	6	2,795	0,466
Desgleichen	3,50	4	1,242	0,310
Kater	5,125	1	0,497	0,497
Desgleichen	3,50	5	1,428	0,286
Trächtige Katze	4,625	4	1,491	0,373
Mittel	4,354	—	—	0,384
Hund	24,00	4	11,1825	2,796
Desgleichen	25,75	5	8,311	1,662
Mittel	24,875	—	—	2,229

[1]) Bidder, in Müller's Archiv. 1845. S. 56—57.

Es kämen hiernach im Durchschnitt in der Minute 0,000088 Gramm auf 1 Gramm Körpergewicht der Katze und 0,0000896 auf 1 Gramm des Hundes. Nehmen wir in runder Zahl an, daß jedes dieser beiden Thiere im Mittel 1/5 seines Körpergewichtes Blut enthält, so würde ungefähr der Milchbrustgang in 1½ Tagen eine der ganzen Blutmasse gleiche Flüssigkeitsmenge abführen, wenn diese mit derselben Schnelligkeit, wie in den angeführten Versuchen fortströmte.

849 Uebergang der Stoffe in die Lymphe oder das Blut. — Die Saugadern nehmen nicht alle Verbindungen, die ihnen dargeboten werden, auf. Manche Körper gehen leichter in das Blut, als in die Lymphe über. Einzelne dieser Erscheinungen erklären sich aus den physikalischen Diffusionsbedingungen, während andere räthselhafter bleiben. Die Versuche stoßen übrigens hier auf dieselben Schwierigkeiten, die schon §. 800 fgg. bei Gelegenheit des Milchsaftes angeführt wurden.

850 Die Beobachtungen, die man in dieser Hinsicht anstellte, bezogen sich nur in seltenen Fällen auf den Inhalt untergeordneter Lymphgefäßstämme. Die Flüssigkeit des Milchbrustganges lieferte meistentheils die Mischung, die zur näheren Prüfung diente. Es kann aber nach den früher dargestellten Verhältnissen nicht befremden, wenn nicht immer die Ergebnisse, welche die verschiedenen Beobachter erhalten haben, mit einander übereinstimmen.

851 Tiedemann und Gmelin [1]) fanden Eisenkaliumcyanür, schwefelsaueres Kali und neutrales essigsaueres Bleioxyd, das sie Hunden innerlich verabreicht hatten, in den Blutadern des Gekröses wieder. Die Mesenterialvenen eines Pferdes, das Eisenvitriol erhalten hatte, führten ebenfalls nachweisbare Mengen von Eisen. Blausaueres Kali und Blei kehrten in der Milzvene von Hunden und Eisen in der von Pferden wieder. Quecksilber und Baryt schienen nicht minder in sie gelangt zu sein [2]). Das Pfortaderblut des Hundes zeigte in geeigneten Fällen Eisenkaliumcyanür, schwefelsaueres Kali und Eisen und das des Pferdes Eisenverbindungen [3]). Die Flüssigkeit des Milchbrustganges dagegen enthielt weder Blei, noch Quecksilber oder Baryt. Sie führte aber in dem Pferde eine Eisenverbindung, wenn es schwefelsaueres Eisen erhalten hatte. Schwefelsaueres Kali kehrte hier im Hunde wieder. Blausaueres Kali dagegen gab ein Mal ein positives und ein zweites Mal ein negatives Resultat [4]).

Westrumb [5]), der seine Beobachtungen an Kaninchen anstellte, fand blausaueres Eisenkali und Sublimat im Blute, nicht aber im Milchsaft oder in der Lymphe wieder. Jod konnte in keiner der beiden Flüssigkeiten entdeckt werden. Da es jedoch in dem Harne auftrat, so trägt wahrscheinlich

---

[1]) Fr. Tiedemann und L. Gmelin, Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmcanal in's Blut gelangen, über die Verrichtung der Milz und die geheimen Harnwege. Heidelberg, 1820. 8. S. 69.

[2]) Ebendaselbst, S. 71.

[3]) Ebendaselbst, S. 73.

[4]) Ebendaselbst, S. 64.

[5]) A. H. L. Westrumb, Physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen. Hannover, 1825. 8. S. 23—26.

die unvollständige mit Stärkmehl und der Hitze vorgenommene Prüfung die Schuld, daß es sich wenigstens nicht im Blute nachweisen ließ. Panizza[1]) endlich, der in seinen Versuchen von Kramer unterstützt wurde, erkannte im Hunde blausaueres Kali in dem Blute des Darmes, nicht aber in dem der übrigen Körpertheile oder in dem Inhalte des Milchbrustganges. Die Lymphe des Esels enthielt Jodkalium und kein salpetersaueres Silberoxyd. Jenes ließ sich dagegen in dem Blute der dicken Gedärme und der Pfortader und dieses in dem der Schlag- und der Blutadern nachweisen. Vergiftete Chatin[2]) acht Hunde mit Arsenik, so gab der nach Marsh's Methode behandelte Milchsaft keine Spur des Metalls. Das Blut dagegen setzte einen metallischen Ring ab. Das gleiche Ergebniß kehrte für den Brechweinstein wieder.

Nicht alle Metallsalze werden hiernach entschieden von den Saugadern zurückgewiesen. Sie scheinen aber mit größerer Leichtigkeit in das Blut, als in die Lymphe überzutreten.

852 Die Farbe- und Riechstoffe verhalten sich in dieser Hinsicht im Ganzen in ausschließenderer Weise. Indigo, die färbenden Bestandtheile des Rhabarber, Kampher und Moschus ließen sich in den Versuchen von Tiedemann und Gmelin[3]) in den Gekrösvenen, Rhabarber, Weingeist und Moschus in den Milzblutadern und Indigo, Rhabarber, Kampher, Moschus und Dippelsches Oel in der Pfortader von Hunden oder Pferden nachweisen. Hatten aber Indigo, Färberröthe, Rhabarber, Cochenille, Lacmustinctur, Alcannatinctur, Gummigutt, Saftgrün, Weingeist, Kampher, Moschus, Terpentingeist, Dippelsches Oel, Stinkasand oder Knoblauch als Einführungsstoffe gedient, so fehlte jede deutliche Spur von ihnen in dem Inhalte des Milchbrustganges.

853 Dieses im Ganzen noch räthselhafte Ausschließungsvermögen der Saugadern dehnt sich jedoch nicht auf alle Farbestoffe aus. Gelbsüchtige haben häufig eine auffallend gelb gefärbte Lymphe. Dasselbe wiederholt sich bisweilen nach der Unterbindung des Gallenganges. Tödtete Bouisson[4]) Kaninchen, die unmittelbar vorher oder einen Tag früher Färberröthe erhalten hatten, so besaß der Milchsaft keine ungewöhnliche Färbung. Hatten sie dagegen den Krapp 10 bis 15 Tage lang bekommen, so führte der Milchbrustgang eine deutlich geröthete Flüssigkeit.

854 Die Erscheinungen, welche die Metallsalze, die Farbe- und die Riechstoffe darbieten, unterstützen die Ansicht, die wir früher über den Ursprung des Milchsaftes und der Lymphe aufgestellt haben. Bildet das Blut den nächsten Aufnahmsheerd und verhalten sich die Saugadern, wie die Drüsengänge eines Absonderungswerkzeuges, so können sie nur das, was ihnen das Blut abläßt, aufnehmen. Die Metallsalze und zum Theil die Farbe-

---

[1]) B. Panizza, Dello assorbimento venoso. Milano, 1842. 4. p. 13—15.
[2]) Chatin, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XVIII. pag. 379. 380.
[3]) Tiedemann und Gmelin, a. a. O. S. 61 u 63.
[4]) Bouisson, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XVIII. Paris, 1844. 4. p. 836 und Gazette médicale de Paris, 1844. p. 523.

stoffe, welche in die Säfte übergegangen sind, finden sich aber oft nur in geringen Mengen im Blute, während verhältnißmäßig große Massen im Harne vorkommen. Ist nicht das Blut mit ihnen übersättigt, so wird es nur Spuren der Lymphe mittheilen können. Der Grad dieser Wechselwirkung muß auch durch die Verwandtschaft, welche die Bestandtheile der beiderlei Mischungen zu den eingeführten Stoffen haben, bestimmt werden.

855 Die Saugadern schließen die narkotischen Gifte in entschiedener Weise aus. Ein Versuch, der schon häufig von älteren und neueren Forschern angestellt worden ist, belegt dieses am Einfachsten. Man öffnet den Unterleib eines lebenden Thieres, am besten eines Pferdes oder Esels, und trennt eine Darmschlinge durch zwei Unterbindungen, so daß ihr nur eine Schlagader Blut zuführen und eine Blutader den Abzug unterhalten kann. Umschnürt man dann diese beiden Gefäßstämme und bringt ein Gift, wie Blausäure, in den abgeschlossenen Darmtheil, so bleibt die Vergiftung aus. Entfernt man dagegen die Hindernisse des Kreislaufes, so stellen sich die nachtheiligen Wirkungen binnen Kurzem ein.

Beschränkt man sich auf diese Versuchsweise, so bleiben noch zwei Deutungen möglich. Man kann zwar annehmen, daß die Saugadern das Gift zurückweisen. Es wäre aber auch denkbar, daß die Stockung des Blutlaufes die Einsaugung hindert.

Eine Thatsache spricht schon gegen die letztere Deutung. Das Blut der unterbundenen Gekrösvene enthält Blausäure [1]). Es ist daher nicht einzusehen, warum sie nicht auch von hier aus in die Lymphe übertreten sollte. Andere Beobachtungen weisen entschiedener nach, daß verwickeltere Verhältnisse in solchen Fällen eintreten.

856 Unterbindet man die Bauchaorta eines Kaninchens dicht unter dem Abgange der Nierenschlagadern, so kann der größte Theil der Hinterbeine kein Blut mehr erhalten. Nur die Schlagadern, die sich in dem Wirbelcanale verbreiten, sind noch im Stande, den Hinterbeinen Blut auf Umwegen zuzuführen. Die Menge, die auf diese Weise eindringt, ist nicht nur unbedeutend, sondern gelangt auch wahrscheinlich kaum weiter, als bis zu den Oberschenkeln. Der Blutmangel lähmt binnen Kurzem die hinteren Extremitäten. Die Nieren dagegen empfangen viel Blut und können es frei entlassen. Wird eine Verbindung aufgesogen, so kann sie durch den Harn ausgeschieden werden.

Emmert und in neuerer Zeit Henle und Behr [2]) benutzten diese Verhältnisse, um die Beziehungen der Saugadern zu den narkotischen Giften genauer zu verfolgen. Denken wir uns, man hätte eine narkotische Verbindung und ein Metallsalz in die Wunde eines Hinterbeines eines auf die geschilderte Weise vorbereiteten Kaninchens gebracht, so läßt sich erwarten, daß die Vergiftung ausbleiben wird. Können die Saugadern des gehinderten Blutlaufes wegen gar Nichts aufnehmen, so wird sich auch

[1]) Panizza, a. a. O. p. 16.
[2]) Henle und Behr, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. Zürich, 1842. 8. S. 37 fgg.

nicht das Metallsalz in dem Harne auffinden lassen. Kommt aber dieses in dem Urine vor, so müssen besondere ausnahmsweise Verhältnisse für die Narcotica Statt finden.

Bedient man sich zu diesem Zwecke des Strychnins und des Eisenkaliumcyanürs und macht die Wunde am Unterschenkel, so tritt keine Vergiftung nach den Erfahrungen von Henle, Behr und Dusch [1]) ein. Wurde dagegen der Oberschenkel verletzt, so erhält man eher nach Bischof [2]) positive Erfolge. Das Blutlaugensalz ging in keinem der von Dusch angestellten Versuche in den Harn über. Behr entdeckte es aber in Einzelfällen im Urin.

Die Thätigkeit der Saugadern war also in jedem Falle in hohem Grade gesunken. Wir können aber die Ursache dieser Erscheinung in zweierlei Verhältnissen suchen. Die Mechanik der Lymphbewegung deutet darauf hin, daß die lebendige Zusammenziehung der Saugaderwände ein Unterstützungsmittel der Fortbewegung bildet. Henle nimmt daher an, daß die Narcotica die Bewegung der Lymphgefäßwände lähmen und die Einsaugung unmöglich machen.

Bedenkt man, daß die Muskelverkürzungen für die Körpersaugadern dasselbe, was die peristaltischen Darmzusammenziehungen für die Milchgefäße leisten, so könnte man noch auf den Gedanken kommen, daß die durch die Aortenunterbindung erzeugte Lähmung der Hinterbeine die ganze Erscheinung veranlaßt. Ein Versuch von Behr scheint jedoch dagegen zu sprechen. Hatte er die Bauchaorte eines Kaninchens unterhalb des Ursprunges der Nierenschlagadern unterbunden und in die Wunde des einen Unterschenkels Blutlaugensalz und in die des zweiten Strychnin gebracht, so fehlten noch alle Vergiftungszeichen $2\frac{1}{2}$ Stunden später. Der Harn gab aber das blausauere Salz zu erkennen. Es war mithin das Metallsalz und nicht das Narcoticum eingesogen. Es bliebe nur die einzige Ausflucht, daß sich schon kleine Mengen von Blutlaugensalz durch Reagentien zu erkennen geben, größere von Strychnin dagegen erst vergiften.

857 Manche Ansteckungsstoffe und andere Körper, die auf dem Wege der Minimalwirkungen eingreifen, ändern das Saugadersystem in auffallender Weise. Die Chemie ist bis jetzt nicht im Stande nachzuweisen, ob diese Verbindungen in die Lymphe übergehen. Die Krankheitsbeobachtungen und die Leichenöffnungen lehren aber deutlich, daß die Lymphgefäße in solchen Fällen vorzugsweise ergriffen sind.

858 Verletzt sich ein Mensch bei einer anatomischen Untersuchung, so schwellen leicht die der Wunde entsprechenden Saugaderdrüsen an. Manche Individuen sind in dieser Hinsicht so empfindlich, daß sich die Lymphstämme, die in der Nachbarschaft der Verletzungsstelle verlaufen, entzünden und als rothe Stränge durch die Haut hindurchschimmern. Die Drüsen des Gekröses, des Halses und anderer Theile Skrophulöser enthalten oft eine käsigte Masse und gehen nicht selten in Entzündung und Eiterung über.

---

[1]) Ebendaselbst, Bd. IV. Heidelberg, 1846. 8. S. 370—78.
[2]) Ebendaselbst, Bd. IV. Heidelberg, 1845. 8. S. 55—61.

Syphilis, Krebs, Pest und andere Entmischungskrankheiten lassen sie nicht selten verhärten und verjauchen. Markschwammmassen können viele Lymphgefäße des Unterleibes und den Milchbrustgang mit ihren Wucherungen verstopfen.

859 Nebenbedingungen der Einsaugung. — Soll sich eine Verbindung von bestimmten Punkten aus in den Organismus verbreiten, so kann zwar dieser Zweck auf dem Wege der Gewebedurchtränkung erreicht werden. Sind aber dann nicht gleichzeitig große Massen an vielen Stellen zugleich angewandt worden, so durchdringt die Verbindung nicht das Ganze des Körpers. Die Nebenhilfe des Kreislaufes ist deshalb für die kleineren Mengen unerläßlich.

860 Steht nur ein Theil durch seine Schlag- und seine Blutadern mit den übrigen Organen in Verbindung, so reicht dieses hin, die ihm dargebotenen Substanzen zum Gemeingute zu machen. Hat man ein Hinterbein des Frosches oder eines Säugethieres so weit losgeschnitten, daß es nur noch mit seinen Gefäßen an dem übrigen Körper haftet, so kann ein Metallsalz, das wir in eine Wunde des verstümmelten Fußes eingebracht haben, durch den Harn ausgeschieden werden und ein narkotisches Gift dem Leben ein Ende machen.

861 Hört umgekehrt der Kreislauf und die Lymphbewegung auf, so ist jede Uebertragung der Art unmöglich. Die Nerven verhalten sich selbst in dieser Hinsicht zu den narkotischen Giften, wie andere Theile, deren Thätigkeiten von solchen Stoffen nicht berührt werden.

862 Hängt das Bein eines Frosches oder eines Säugethieres an den Hüftnerven, so kann ohne Schaden Blausäure, Strychnin oder welches Gift es wolle, dem Fuße einverleibt werden. Die bloße Trennung der Hauptmasse der Nerven stört nicht, wie sich von selbst ergiebt, die Wirkung der Gifte. Hatte Panizza [1]) die Zungenäste des fünften, neunten und zwölften Nervenpaares eines Hundes durchschnitten und die Mund- und Rachenhöhle möglichst verstopft, so reichten zwei Tropfen Blausäure, welche die vorgezogene Zunge berührten, hin, um das Thier eben so schnell, wie ein gesundes zu vergiften.

863 Das Flüssige verfällt leichter der Aufsaugung, als das Feste, das erst zu diesem Zwecke gelöst werden muß. Der Eiter läßt daher häufig seinen dichten Absatz Monate lang zurück und fremde Körper, wie eiserne Kugeln, Nadeln werden eher eingebalgt, als aufgenommen.

Kleine, durch die Blutmischung oder die Oertlichkeitsverhältnisse bedingte Unterschiede müssen übrigens hier den Erfolg in hohem Grade bestimmen. Ein wuchernder Callus wird nach und nach abgeschliffen. Krankhafte Knochenablagerungen verharren dagegen häufig bis zum Tode. Große Exsudatmassen, Geschwülste und Verhärtungen können in kurzer Zeit verschwinden, während sich nicht selten Ausschwitzungsbänder, die eine frühere Entzündung zurückgelassen, selbst in dem gesündesten Körper das ganze Leben hindurch erhalten.

---

[1]) Panizza, a. a. O. p. 18. 19.

Scheidet das Blut übermäßige verdünnte Flüssigkeitsmengen aus, so füllen sich auch die Saugadern in bedeutenderem Grade. Die Wassersuchten lehren aber am deutlichsten, daß dessen ungeachtet nicht das regelmäßige Gleichgewicht hergestellt wird, wenn ein zu großer Wasserreichthum der Blutmasse den Gang des Organismus zu stören fortfährt. 864

Empfängt der Körper keine Nahrung, so sucht die Aufsaugung den für die unerläßlichen Ausgaben nöthigen Stoff in den Geweben selbst auf. Es wird nicht bloß das flüssige Fett, sondern auch manches feste stickstoffhaltige Gebilde angezogen. Die Leiche eines 32jährigen Mannes, der 16 Tage gefastet hatte, besaß nach Luchtmanns[1]) ein so schwaches Perimysium, daß sich die meisten Muskeln ohne Mühe mit dem Finger trennen ließen. Die Betrachtung der Ernährungserscheinungen wird uns noch andere deutlichere Belege dieses Gesetzes liefern. 865

Die Uebung bildet gewissermaaßen ein nothwendiges Speisungsmittel der Organe. Ist ein Muskel lange Zeit gelähmt gewesen oder Jahre hindurch nicht gebraucht worden, so schwindet ein Theil seiner Masse. Erblindete Augen haben immer dünnere Sehnerven. Die Netzhaut ist häufig aufgesogen und durch eine Fasermasse ersetzt. Das Pigment erblaßt und ist in geringerer Menge vorhanden.. Die Natur schafft scheinbar das, was doch nicht mehr dienen kann, hinweg, um es zu anderen Zwecken zu gebrauchen. 866

Der Druck begünstigt häufig die Aufsaugung. Dehnt sich eine Pulsadergeschwulst des Aortenbogens so weit aus, daß sie das Brustbein belästigt, so wird dieses nach und nach verdünnt und endlich durchbrochen. Wir heilen bisweilen Geschwülste und Geschwüre durch einen zweckmäßig angebrachten Druckverband. Die Schnelligkeit, mit welcher die Gewebtheile verflüssigt wurden, hängt von ihrer Mischung und ihrem Gefäßreichthume ab. Die Knorpel widerstehen daher hartnäckiger als die Knochen. Gelingt es auch der Natur, die Letzteren aufzusaugen, so erhält sich doch bisweilen der Gewinn nur kurze Zeit. Die kalkreichen Säfte lassen leicht die Erdsalze an anderen Orten absetzen. Es bilden sich nicht selten Concremente an entfernten Punkten. Die benachbarten Saugaderwände können sich sogar bisweilen nach Otto mit Kalkscherben belegen. 867

Ist auch ein großer Theil des Saugadersystems unwegsam geworden, so stirbt deshalb nicht der Mensch binnen Kurzem. Wassersucht und Auszehrung gewinnen zwar leichter das Uebergewicht. Es kann aber Monate lang dauern, ehe sich die Ernährungsstörungen zu einer Gefahr drohenden Höhe vergrößert haben. Kranke, in denen Markschwammmassen die Lymphgefäße des Unterleibes und der Brust verstopfen, belegen dieses am deutlichsten. Der bloße Verschluß des Milchbrustganges tödtet daher noch weniger auf unmittelbarem Wege. Seitenbahnen, die in die unpaare Vene[2]) 868

---

[1]) J. J. A. Luchtmann's, De absorptionis sanae atque morbosae discrimine. Trajecti ad Rhenum, 1829. 8. p. 29—31.
[2]) F. Nockher, Diss. de morbis ductus thoracici. Bonnae, 1831. 4. p. 5.

überführen, können sogar hier einen Theil der Uebelstände entfernen. Hat man den Milchbrustgang unterbunden, so sterben die Thiere erst nach 10 bis 15 Tagen. Nebenzweige können auch hier nach Dupuytren [1]) passendere Abzugscanäle erzeugen. Fehlt aber auch diese glücklichere Lösung, berstet selbst der Milchbrustgang und ergießt er seinen Inhalt in die Bauchhöhle, so stirbt doch nicht das Thier auf der Stelle, weil sich der Eingriff zu wenig ausdehnt, als daß das Triebwerk des Ganzen auf ein Mal gehemmt würde.

[1]) P. Lund, Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen, 1825. 8. S. 55, 58 und 59.

Kreislauf.

869 Kleiner und großer Kreislauf. — Eine hydraulische Vorrichtung treibt das Blut durch die meisten Körperorgane und leitet es dann wieder zu seinem früheren Ausgangspunkte zurück. Die Hauptbahn ist daher in sich geschlossen und man spricht in diesem Sinne von einem Kreislaufe, wenn auch die Wege der Blutmasse weder einem Kreise noch einer anderen mathematisch bestimmbaren Form entsprechen.

870 Das Blut bleibt hierbei immer in vollkommen abgeschlossenen Räumen. Die Wände der Behälter, in denen es dahin geht, haben keine Oeffnungen, durch die nur Blutkörperchen, geschweige denn größere Blutmassen im Ganzen austreten könnten. Das Herz bildet den Mittelpunkt des gesammten Triebwerkes, die Schlagadern, Pulsadern oder Arterien die Abzugs- und die Blutadern oder Venen die Zuleitungsröhren. Die feinsten Blutgefäßnetze oder die Capillaren, welche die meisten Organe überall durchdringen, verbinden die Schlag- und die Blutadern. Die Bahn der Flüssigkeit schlägt daher in ihnen in die entgegengesetzte Richtung um.

871 Eine vollständige Scheidewand trennt die rechte von der linken Hälfte des Herzens des Menschen, der Säugethiere und der Vögel. Da jene ihr Blut in die Lungen und diese in die übrigen Körpertheile abführt, so muß die Flüssigkeit zwei Mal während der Dauer eines Kreislaufes zum Herzen zurückkehren. Es entstehen auf diese Art zwei Ringe, die in dem Herzen in einander greifen. Der eine, der den Lungen entspricht, heißt der kleine, der Lungen- oder der Athmungskreislauf, der andere dagegen der große oder der Körperkreislauf.

Fig. 105.



Fig. 105. kann uns diese beiderlei Bahnen schematisch versinnlichen. *a* bezeichnet die rechte, *b* die linke Herzkammer, *c* den rechten und *d* den linken Vorhof. Die Lungenschlagader *e* geht durch die Capillargefäße der Athmungswerkzeuge *f* in die Lungenblutadern *g* über. Die Körperaorta *h* sondert sich bald in zwei Haupthälften, die sich im Allgemeinen in den oberen und den unteren Körpergebilden verbreiten. Die Schlagadern der einen Abtheilung, die wir uns in *i* dargestellt denken, lösen sich in ihre Capillaren *k* auf und gehen dann mittelbar in ihre Blutadern *l* über Die Arterien des zweiten Stammes *m* verbinden sich eben so durch *n* mit den ihnen entsprechenden Venen *o*. Die Hohladern *l* und *o* münden alsdann in dem rechten Vorhofe *c*.

Führt keine unmittelbare Verbindung aus der rechten Herzhälfte *c a* zur linken *d b* über, so muß das Körperblut, das von den Hohlvenen *l o*

in die rechte Vorkammer *c* eingetreten und in die rechte Kammer *a* weiter getrieben werden ist, den Lungenkreislauf *e f g* durchsetzen, um in das linke Herz *d b* zu gelangen. Kein Tropfen kann von Neuem in die Körperbahnen *i k l* und *m n o* zurückkehren, ehe er den Weg durch die Athmungswerkzeuge durchgemacht hat.

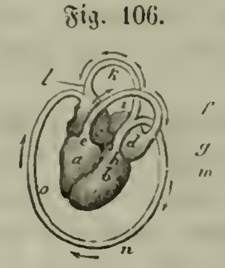
872 Betrachten wir aber das Herz als den Mittelpunkt des Ganzen, so wird das Blut, wie es die Pfeile andeuten, in den Schlagadern centrifugal und in den Blutadern centripetal strömen (§. 196.), in den feinsten Gefäßnetzen dagegen aus jener Richtung in diese umbiegen. Die Verhältnisse kehren in dem großen und dem kleinen Kreislaufe in gleicher Art wieder.

873 Der Umweg, auf dem die Blutmasse dahineilt, ist chemischer Zwecke wegen geschaffen. Wenn das Blut die Körperorgane durchströmt, so verwandelt sich seine hellrothe Farbe in eine dunkelrothe. Die Capillaren bilden den Hauptheerd dieser Veränderung. Denn während noch die kleineren Schlagadern einen hochrothen Inhalt führen, erscheint er in den Venenanfängen dunkelroth. Hat aber einmal das Blut seine helle Farbe verloren, so eignet es sich nicht mehr, die Theile zu beleben und vorzüglich das Nervensystem auf seiner erforderlichen Krafthöhe zu erhalten.

874 Die Farbenveränderung ist eine rein chemische Erscheinung. Kann die Atmosphäre auf das dunkele, selbst dem Körper entzogene Venenblut wirken, so färbt sie es hellroth, wie das Schlagaderblut. Sie giebt ihm dabei Sauerstoff ab und nimmt dafür Kohlensäure auf. Die Athmungswerkzeuge haben eben den Zweck, die Erfrischung des Blutes in möglichst ausgedehntem Maaße einzuleiten. Muß jeder Tropfen, nachdem er seine Kräfte in den Körpercapillaren verloren hat, die Lungen durchströmen, so ist jede Gefahr, die sonst in dieser Hinsicht drohte, beseitigt.

875 Fassen wir die Verhältnisse näher in's Auge, so strömt das dunkele Venenblut in den Hohladern *l o* dem rechten Herzen *c a* zu, tritt dann in die Lungenschlagader *e* und wird endlich in den Athmungscapillaren *f* hellroth. Diese erfrischte Blutmasse durchsetzt hierauf die Lungenblutadern *g*, den linken Vorhof *d*, die linke Herzkammer *b*, die Aorta *h* und die oberen und die unteren Körperarterien *l* und *m*. Sie erfüllt endlich ihre Bestimmung in den Körpercapillaren *k* und *n* und wird von Neuem venös.

Fig. 106.



876 Da man häufig das hellrothe Blut mit dem Namen des Arterien- und das dunkelrothe mit dem des Venenblutes bezeichnet, so wird man leicht zu der Annahme verleitet, daß der Inhalt aller Schlagadern eine hochrothe und der aller Blutadern eine dunkelrothe Farbe besitzt. Die eben dargestellten Verhältnisse lehren aber, daß sich die Sache anders verhält. Die Arterien des Körperkreislaufes führen zwar erfrischtes und die Venen desselben gebrauchtes Blut. Der Lungenkreislauf dagegen zeigt uns gerade das Umgekehrte. Seine Schlagadern sind mit dunkelem und seine Blutadern mit hellem Blute gefüllt. Das hochrothe Blut wird in den

Körpercapillaren dunkelroth und das dunkelrothe in den Athmungscapillaren hellroth.

877 Der Gegensatz, den die Lungen in dieser Hinsicht darbieten, beschränkt sich jedoch nur auf ihre Bestimmung, als Erfrischungswerkzeuge der Blutmasse zu dienen. Sie verhalten sich aber als Körperorgane wie die übrigen Gebilde, die dem Bereiche des großen Kreislaufes anheimfallen. Die Athmungscapillaren dienen nicht gleichzeitig ihrer Ernährung. Eigene Bronchialschlagadern entspringen zu diesem Zwecke aus der Aorta und den Schlüsselbeinpulsadern Ihre feinsten Blutgefäßnetze vermischen sich wahrscheinlich nicht mit den Athmungscapillaren. Die Trennung beider Arten von Blutbahnen läßt sich wenigstens in den Fischkiemen deutlich nachweisen.

878 Vergleichen wir die §. 872. entwickelten Richtungsverhältnisse des Blutlaufes mit den §. 876. dargestellten Farbenerscheinungen, so ergiebt sich, daß sich z. Thl. beide in Widerstreit befinden. Denn das hellrothe Blut der Körperarterien und das dunkelrothe der Lungenschlagader fließen centrifugal, das dunkele der Körpervenen und das hochrothe der Lungenblutadern dagegen centripetal. Da aber die Mechanik des Kreislaufes nur die Stoßkräfte des Herzens und die anderen Druckwirkungen und Widerstände, nicht aber die chemische Beschaffenheit der Blutmasse zu berücksichtigen braucht, so erklärt sich hieraus, weshalb alle Schlagadern und ebenso alle Blutadern den gleichen Bau besitzen, sie mögen dem großen oder dem kleinen Kreislaufe angehören.

879 Das rechte Herz führt nur dunkeles, das linke dagegen helles Blut. Beide Vorhöfe empfangen Venen und beide Kammern entlassen Arterien. Vertheilen wir aber die vier Hauptabschnitte des Herzens in die beiden Kreisläufe, so gehören der rechte Vorhof *c*, Fig. 106., und die linke Kammer *b* dem großen und der linke Vorhof *d* und die rechte Kammer *a* dem kleinen Kreislauf an. Beide Blutbahnen durchschlingen sich also im Herzen, wie zwei ineinandergelegte Ringe.

880 Wollen wir uns die Erscheinungen des Kreislaufes klar machen, so müssen wir zuerst die einzelnen Hauptgebiete des Herzens, der Schlagadern, der feinsten Blutgefäßnetze und der Venen gesondert betrachten. Die allgemeinen Verhältnisse der Blutbewegung und ihre Beziehungen zu anderen Thätigkeiten lassen sich erst nach dieser Untersuchung mit Erfolg darstellen.

1. Das Herz.

881 Da das Blut mit keiner eigenen Bewegungskraft ausgerüstet ist, so mußte die Natur ein Pumpwerk, dessen Druck- und Saugwirkungen die Mechanik des ganzen Röhrensystems leiten, herstellen. Eine Pressung treibt die Blutmasse in einem Augenblicke fort; ein nachfolgender Moment der Ruhe gestattet eine neue Füllung der Räume, die kurz vorher ihren Inhalt an die Abzugsröhren abgegeben haben. Die Muskelfasern liefern am

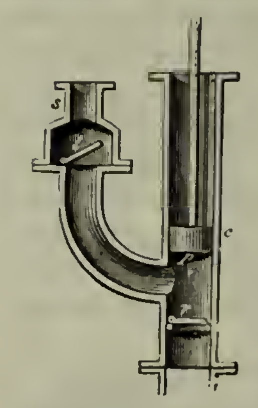
leichtesten einen solchen Kraftwechsel. Umgeben sie einen Hohlraum, so können sie ihn mittelst ihrer Verkürzung verkleinern und durch ihre Erschlaffung zur Aufnahme neuer Flüssigkeiten geeignet machen.

Die Natur belegt deshalb Gefäßstellen, von denen ein solches schwankendes Druckverhältniß ausgehen soll, mit Muskelmassen. Wir können uns die Schlagadern, die Capillaren und die Blutadern trotz der Verschiedenheit ihres Baues als ein fortlaufendes Röhrensystem vorstellen. Der passendste Punkt erhält seinen Muskelbesatz und wird so zum Herzen.

Die vergleichende Anatomie unterstützt diese Anschauungsweise. Wir sind gewohnt, nur von Einem Herzen zu sprechen, weil nur ein Werkzeug der Art in dem Menschen und den Säugethieren bekannt ist. Da aber das Hauptherz der Fische und einzelner anderer niederer Wirbelthiere größere mechanische Schwierigkeiten zu überwinden hat, so umgiebt hier die Natur nicht selten manche Stellen der Schlag- und der Blutadern mit Muskelmassen. Besondere Nebenherzen [1]) entstehen auf diese Weise. Das Saugadersystem der Amphybien ist in gleicher Art an einzelnen Orten mit Lymphherzen versehen.

882 Zusammenziehung des Herzens. — Wollen wir das Herz mit unseren hydraulischen Vorrichtungen vergleichen, so bieten die Saug- und Druckpumpen, Fig. 107., die größte Aehnlichkeit dar. Jeder Aufgang des Kolbens p, der das Ventil l schließt und dafür r öffnet (§. 199.), läßt eine gewisse Wassermenge von a aus eindringen und jeder Niedergang, der r anlegt und l frei macht, ein Flüssigkeitsquantum durch s austreten. Die Erschlaffung oder Diastole eines Herztheils nimmt auf gleiche Weise Blut auf, damit es die nachfolgende Verkürzung oder Systole forttreibe.

Fig. 107.



Die Vollkommenheit, mit der die Natur arbeitet, erzeugt von vorn herein mehrere wesentlichen Unterschiede. Ein Theil des Wassers bleibt in unseren Maschinen in dem Raume prl zurück und geht gewissermaaßen nutzlos verloren. Füllen sich aber auch die Herzhöhlen der Nachgiebigkeit ihrer Wände wegen in der Diastole strotzend an, so preßt doch die nachfolgende Zusammenziehung jeden Tropfen weiter. Die Gesammtmasse ist daher immer im strengsten Sinne des Wortes in zweckmäßiger Bewegung begriffen.

883 Die künstlichen Pumpen arbeiten in einseitiger Richtung. Die Saug- und die Druckwirkungen sind auf zwei Momente vertheilt. Der Apparat beschäftigt sich nur in einem Augenblicke mit dem Ansaugen und in einem zweiten mit dem Auspressen. Sonderte aber die Natur das Herz in zwei Abtheilungen, in Vorhof und Kammer, so konnte jener zu derselben Zeit, in der sich diese verkürzt, erschlaffen. Systole und Diastole des Atrium und des Ventrikels wechseln daher auch in der That gegenseitig ab. Wäh-

[1]) Ein Verzeichniß derselben s. Joh. Müller in seinem Archiv, 1842. S. 483. 484.

rend die Kammer ihre Blutmasse forttreibt, nimmt der Vorhof neue Flüssigkeit auf, um sie der Kammer in dem nächsten Augenblicke, in dem sie ruht, zu überliefern.

Da die beiden seitlichen Herzhälften vollkommen geschieden sind, so muß das ganze Organ zwei verwachsene Saug- und Druckpumpen darstellen. Soll keine Störung den Gang der Flüssigkeiten und die möglichst günstigen hydraulischen Wirkungen beeinträchtigen, so kann dieses nur erreicht werden, wenn die entsprechenden Abtheilungen beider Vorrichtungen gleichartig arbeiten. Die zwei Vorhöfe ziehen sich daher auch in dem einen und die beiden Kammern in einem zweiten Augenblicke zusammen. 884

Oeffnet man die Brusthöhle eines eben getödteten oder betäubten Thieres, so überzeugt man sich leicht von dem eben geschilderten Thätigkeitswechsel. Die Vorhofsabtheilung und ihre Herzohren schwellen zuerst strotzend an, während sich die Kammern in allen Richtungen verkürzen. Erschlaffen diese später, so verengern sich die Atrien auf das kräftigste, um ihre Blutmassen weiter zu treiben. Die Dauer eines Herzschlages umfaßt aber den Zeitraum, in dem jeder der Haupttheile ein Mal in Systole und ein Mal in Diastole gewesen ist. 885

Die Verkürzung der Vorhöfe beginnt an den Einmündungsstellen der Blutadern und pflanzt sich von da auf die übrigen Theile fort [1]). Die Herzohren betheiligen sich hierbei so frühzeitig, daß es in der natürlichen Lage des Herzens, in der die Seitenstücke der Atrien verdeckt sind, den Anschein hat, als wenn sich die Aurikeln zuerst verkleinerten. Erschlaffen später die Vorkammern, so füllen sie sich auf das Strotzendste. Sie sind oft so ausgedehnt, daß man ihre Zerreißung in jedem Augenblicke erwartet. 886

Die Muskelfasern der Kammern ziehen sich in allseitigerer Weise zusammen Es läßt sich schwer sagen, von welcher Stelle die Verkürzung ausgeht. Sie ist aber immer gegen die Schlagadermündungen gerichtet. 887

Sind die Herzohren gefüllt, so schimmert das Blut durch ihre dünnen Wände. Sie sind daher während der Diastole dunkeler, als während der Systole. Die Kammern zeigen bisweilen einen ähnlichen Farbenwechsel. Man bemerkt in Einzelfällen, daß sie während ihrer Zusammenziehung blässer werden. Doch läßt sich kein solcher Unterschied in vielen Versuchen nachweisen. Die größere Dicke der Wände verhüllt hier die Blutmassen in höherem Grade. Die Blutmengen aber, die in den Kranzschlagadern enthalten sind, wirken zu schwach, als daß immer auffallende Farbeunterschiede erzeugt werden könnten. 888

Verfolgt man die Bewegungen des an lebenden Thieren bloßgelegten Herzens, so sieht man, daß in der Regel die Systole der Vorkammern nicht alles Blut, das sie enthalten, austreibt. Führte Kürschner [2]) eine Röhre in den Vorhof, so entließ sie einen ununterbrochenen Strahl, der sich nur 889

---

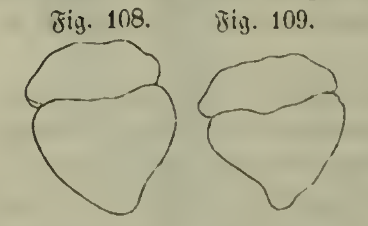
[1]) Kürschner, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 35

[2]) Kürschner, a. a. O. S. 37. 38.

in dem Augenblicke der Vorkammerverengerung verkleinerte. Wir haben also hier dieselbe Unvollkommenheit, die auch unsere mit starren Wänden versehenen Pumpen darbieten (§. 199.). Diese Erfahrung gestattet jedoch noch keinen sicheren Rückschluß auf die regelrechten Verhältnisse. Die Bloßlegung des Herzens, die hiermit verbundene Blutung und der ungehinderte Einfluß der Atmosphäre schwächen die Herzmechanik. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß der luftdichte Verschluß der Brusthöhle und vorzüglich des Herzbeutelraumes unter jenen künstlichen Verhältnissen verloren geht.

890 Die Herzkammern verkürzen sich in allen ihren Durchmessern. Biegen sich ihre Muskelfasern zickzackförmig, so müßte die Gesammtmasse, wenn alle Herzhöhlen fehlten, an Dicke gewinnen, was an Länge verloren geht. Es wäre daher möglich, daß ein Theil an Ausdehnung zunähme, ein anderer dagegen sich verkleinerte. Da sich aber zu gleicher Zeit die Kammerhöhlen ihres Blutes entledigen und dieser Umfangsverlust die Schwankungen, welche die Muskelverkürzung möglich macht, übertreffen, so muß die Verkleinerung am Ende allseitig durchgreifen. Es wäre aber möglich, daß sich das Verhältniß am Anfange nicht ausgliche und dann vorzüglich die Basis der Kammer in geringem Grade verbreiterte.

891 Die Längenverkürzung fällt in niedrigeren Thieren, wie Vögeln, weniger auf, als die Verkleinerung der Querdurchmesser. Diese Erscheinung verleitete viele Forscher zu der Annahme, daß sich das Herz durch die Systole der Kammer verlängert und zuspitzt. Die Form des Ganzen ändert sich bisweilen in ungleicher Weise. Kürschner[1]) bemerkte z. B. in Kaninchen und jungen Säugethieren anderer Art, daß die Kammern, welche die Fig. 108. gezeichnete Form in der Diastole hatten, die Fig. 109. abgebildete Gestalt in der Systole annahmen. Die Nachbarschaft der Basis der rechten Kammer bildete eine rundliche Hervorragung, während sich das unter ihr liegende Stück einzog und aushöhlte.


Fig. 108. Fig. 109.

892 Das Herz ändert noch dabei im Ganzen seine Stellung. Ziehen sich die Kammern zusammen, so rückt oft ihre Spitze der Brustwand näher. Das ganze Organ hebt sich, wenn es aufliegt, und die Veränderung fällt vorzüglich an dem Spitzentheile in die Augen. Es kommt auch häufig an ausgeschnittenen Herzen vor, daß nur die untere Hälfte oder die Spitze allein emporgeht. Da das blutleere Herz diese Bewegungsweise beibehält, so muß sie wenigstens zu einem großen Theile von der Anordnung der Muskelfasern abhängen. Die Anfügung an die Querfurche des Herzens kann sie begünstigen. Sie bildet aber keine wesentliche Bedingung der ganzen Erscheinung. Denn die untere Hälfte der quer halbirten Kammer ist noch im Stande, ihre Spitze durch die Verkürzung ihrer Muskelfasern aufzuheben.

893 Oeffnet man die Brusthöhle eines Säugethiers, so sieht man, daß

[1]) Kürschner, a. a. O. S. 39.

sich das Herz in bestimmter Weise dreht, so lange der Kreislauf mit gehöriger Lebhaftigkeit unterhalten wird. Liegt das Thier auf dem Rücken und faßt man die Längennath, die beide Ventrikel trennt, ins Auge, so bemerkt man, daß ein Theil der linken Kammer im Augenblicke der Kammersystole deutlicher zum Vorschein kommt und während der Diastole heruntergeht. Die Zusammenziehung dreht also das Organ nach rechts, während es wieder die Erschlaffung in einem Bogen nach links zurückführt.

Harvey [1]) hat vielleicht schon diese Bewegungsart angedeutet; die entsprechende Stelle seines Werkes gestattet jedoch eine andere Auslegung. Haller [2]) beschrieb sie im vorigen Jahrhundert und Kürschner [3]), das englische Naturforschercomite, so wie Monod und Cruveilhier [4]) in unseren Tagen.

894 Das Herz dreht sich nur, wenn die hydraulischen Bedingungen einen gewissen Grad von Vollständigkeit bewahren. Es hebt sich dagegen noch, wenn auch der Kreislauf unvollkommen von Statten geht. Ich bemerkte daher z. B. noch die Drehung in einem Kaninchen, dessen künstliche Athmung unterhalten wurde und vermißte sie in einem anderen Thiere, das demselben Versuche unterlag und in dem der Herzschlag länger als eine halbe Stunde fortdauerte. Das Herz hob und senkte dabei nur seinen Spitzentheil und rückte nach links vor.

895 Die Beobachtungen von Kürschner [5]) lehrten zuerst, daß man auch die Drehung durch die Einspritzung der Gefäße des Leichnahms künstlich erzeugen kann. Meine Erfahrungen bestättigten das Gleiche. Ließ ich die großen Gefäße eines kurz vorher getödteten Kaninchens mit Ausnahme der unteren Hohlvene unterbinden, setzte in diese eine Spritze, trieb durch sie Wasser ein und zog es später durch die Gegenbewegung des Stempels von Neuem zurück, so hob das Herz seine Spitze, so wie das Wasser einströmte, der Brustwand entgegen und drehte sich zugleich von rechts nach links. Wurde die Flüssigkeit zurückgesogen, so begab es sich wieder nach der Wirbelsäule und ging nach rechts zurück. Es sank dabei oft in geringerem Grade, als es hervorgetreten war. Kürschner bemerkte die Drehung, die Flüssigkeit mochte von der unteren Hohl- oder einer rechten Lungenvene aus eindringen. Sie blieb dagegen, wenn man eine linke Lungenblutader nahm, aus oder trat nur bei sehr gewaltsamer Einspritzung hervor. Die Rückenlage des Thieres bildet keine wesentliche Grundbedingung des Erfolges. Der Versuch gelang auch Kürschner und mir, wenn wir den Leichnahm in Stellungen, die denen des lebenden Thieres glichen, brachten.

---

[1]) Guil. Harvaei Exercitationes anatomicae de motu cordis et sanguinis circulo. Roterdami, 1661, 16. p. 50. 51.

[2]) Alb. ab Haller, Elementa physiologiae. Vol. I. p. 389. 398. De c. h. fabrica et functionibus. Tom. II. p. 245.

[3]) Kürschner, in Müller's Archiv, 1841. S. 113. 114.

[4]) Monod und Cruveilhier, in der Gazette médicale de Paris, 1842. p. 497 und Repertorium. Bd. VII. S. 430.

[5]) Kürschner, in Müller's Archiv. 1841. S. 108.

896 Diese Thatsachen beweisen, daß das Einströmen des Blutes einen bedeutenden Einfluß auf die Hebel- und Drehbewegungen des Herzens ausübt. Wir können sie aber nicht unmittelbar auf die Lebenszustände übertragen, weil wir immer bloß auf eine Herzhälfte wirken, wenn wir nur ein Gefäß einspritzen. Füllen wir gleichzeitig eine Hohl- und eine Lungenvene, so bleibt es unmöglich, die Druck- und Widerstandsverhältnisse des lebenden Körpers künstlich nachzuahmen.

897 Die Stärke, mit der sich die einzelnen Herztheile zusammenziehen, giebt sich durch manche äußere Merkmahle zu erkennen. Verkürzen sich Muskelfasern, so bilden sich knieförmige Biegungen. Größere Abtheilungen von ihnen kräuseln sich bisweilen, so daß man bald eine wellenartige Bewegung, bald dagegen eine gewisse Art von Faltenbildung mit freiem Auge beobachtet. Diese Erscheinungen kehren auch in dem Herzen wieder. Erlahmt seine Thätigkeit, so können oft noch künstliche Reize örtliche Veränderungen der Art an den Kammern hervorrufen.

898 Umfaßt die Hand die Ventrikel eines größeren Säugethieres, so fühlt man den Druck, der sich während der Systole gegen den äußeren Widerstand kund giebt. Legt man ein Gewicht auf, so wird es mit der Kammermasse, auf der es ruht, gehoben, sobald nicht seine Schwere die Kraft der Ventrikel übertrifft.

899 So leicht sich der Wechsel der Zusammenziehung und Erschlaffung der Vorhöfe und der Kammern an dem bloßgelegten Herzen lebender oder getödteter Thiere beobachten läßt, so schwer wird es, den Rhythmus, den diese Erscheinungen im regelrechten Zustande einhalten, mit Sicherheit zu bestimmen. Die Oeffnung der Brusthöhle und die hiermit oder die gar mit dem Tode verbundene Störung des Kreislaufes zieht Unordnungen der wesentlichsten Art nach sich. Wollte man sich aber an die Fälle, in denen das Herz lebender Menschen bloß lag, wenden, so könnten sie auch keine ganz zuverlässigen Aufschlüsse geben, weil hier häufig die krankhaften Lagenverhältnisse und der ungehinderte Zutritt der atmosphärischen Luft Nebenverwickelungen nach sich ziehen.

Harvey hatte schon die Gelegenheit, einen jungen Mann, in dem ein Theil des Herzens in Folge einer anhaltenden Eiterung bloßgelegt war, zu untersuchen. Die Oberfläche der frei liegenden Gebilde war mit Fleischwärzchen bedeckt. Was er gesehen, beschreibt er mit den Worten [1]: Simul cordis ipsius motum observavimus; nempe illud in diastole introrsum subduci et retrahi; in systole vero emergere denuo et protrudi, fierique in corde systolen, quo tempore diastole in carpo percipiebatur atque proprium cordis motum et functionem esse systolen; denique cor tunc pectus ferire et prominulum esse: cum erigitur sursum et in se contrahitur

Es kann den Entwickelungsverhältnissen gemäß vorkommen, daß das Brustbein oder ein Theil desselben nebst den dazu gehörenden Weichtheilen mangelt und das Herz durch die Spalte hervortritt. Martinez [2]) beobachtete schon einen Fall der Art zu Anfange des vorigen Jahrhunderts. »Alternas«, sagt er [3]), »diastolas et systolas tam valide cie-

[1]) Guil Harvaei Exercitationes de generatione animalium. Amstelodami, 1651. 8. p. 313. 314.

[2]) M. Martinez, Observatio rara de corde in monstroso infantulo Matriti, 1723. in A. Halleri Disputationum anatomicarum selectarum. Vol. II. Gottingae, 1747, 4. p. 973 — 1001.

[3]) Ebendaselbst, p. 979.

bat, ut manum appositam vehementer excuteret; figuramque in utraque mutabat, in diastole enim oblongum magis et acuminatum corpus depromebat, in systole e contra cochleatim contrahebatur et ad orbicularem ferme figuram accedebat.« Monod und Cruveilhier (§. 893.) benutzten eine ähnliche Untersuchung zu ausführlicheren Beobachtungen. Die möglichst starke Anfüllung der Vorkammern im Augenblicke ihrer Diastole, die Hebel- und die Drehbewegungen des Herzens waren in diesem Falle, in dem das Herz ohne alle Umhüllung vorlag, deutlich wahrzunehmen.

900 Betrachtet man den Herzschlag eines lebenden oder eines eben getödteten Säugethieres, so findet man in der Regel, daß die Zusammenziehung der Kammern der der Vorhöfe unmittelbar nachfolgt. Man hat daher beide mit dem Vor- und dem Nachschlage musikalischer Töne verglichen. Die nächste Vorkammerzusammenziehung löst aber nicht sogleich die letzte Kammersystole ab; es erscheint vielmehr ein kleiner Zwischenraum, in dem sich die Vorkammern stärker füllen. Die Diastole der Atrien dauert hiernach etwas länger, als die Systole der Ventrikel. Monod und Cruveilhier geben noch an, daß die Zusammenziehung der Kammern doppelt so viel Zeit in dem von ihnen beobachteten Kinde in Anspruch nahm, als die Verengerung der Vorhöfe. Die Verkleinerung der Herzohren dagegen dauerte eben so lange, als die Diastole der Ventrikel.

901 Pflegt auch der oben geschilderte Rhythmus in den meisten Fällen vorzukommen, so stößt man doch auch bisweilen auf Ausnahmen. Der Zwischenraum, den die erste Systole der Kammern und die zweite der Vorkammern übrig läßt; kann so gut, als gänzlich hinwegfallen. Es kommt dagegen seltener vor, daß nicht unmittelbar die Verengerung der Ventrikel auf die der Kammern folgt. Ausgeschnittene Herzen bewahren meist noch den Rhythmus des Vor- und Nachschlags.

902 Nimmt man vorläufig an, daß der Ruhepunkt, der sich zwischen der Kammer- und der späteren Vorhofssystole einschaltet, im Leben vorhanden ist, so läßt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit behaupten, daß schon zu dieser Zeit Blut in die diastolischen Ventrikel einströmt. Das Herz selbst ist überall luftdicht eingeschlossen. Es steht mithin unter dem Drucke der Atmosphäre plus dem der Gebilde, die ihre Pressung auf seine Masse geltend machen können. Erschlaffen die Kammern vollständig, so hört jeder Gegendruck von ihrer Seite auf. Das Blut der Vorhöfe, das sich einer, wenn auch geringen Spannung erfreut, muß daher von selbst in die Kammerhöhlen einströmen. Wir werden in der Folge sehen, daß wahrscheinlich die Einrichtung der Atrioventricularklappe diese Verhältnisse begünstigt.

903 Wäre auch das Intervall im Leben vorhanden, so entleerte doch dann schon das Atrium eine gewisse Blutmenge. Folgt später die kräftige Zusammenziehung, so wird die Hauptmasse in die Kammern eingepreßt. Ein physikalischer und ein lebendiger Muskeldruck würden einander auf diese Weise ablösen. Es wäre aber möglich, daß sich jener Zwischenraum, der dem ersteren Momente angehört, in dem Leben in hohem Grade verkleinerte und fast Null würde.

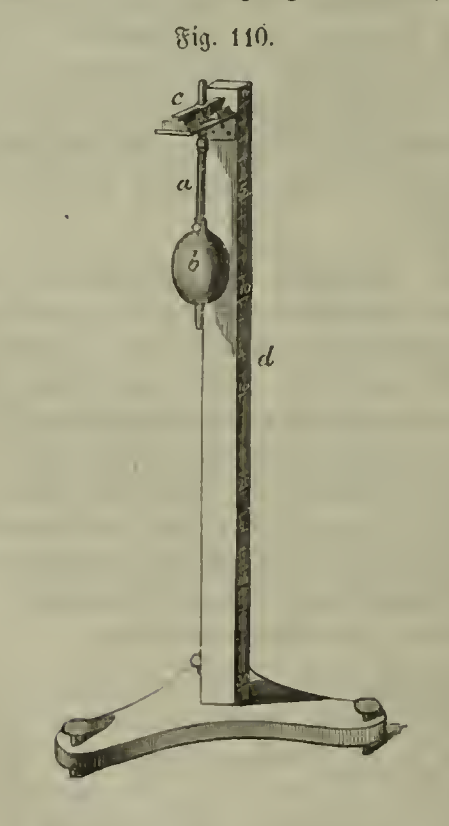
904 Keill und Hales rechneten ein Drittheil für die Systole und zwei

Drittheil für die Diastole der Kammern. Sauvages[1]) vertheidigte aber schon seinen Erfahrungen nach die Ansicht, daß jede dieser beiden Thätigkeiten gleich lange dauert und Volkmann[2]) suchte die Richtigkeit dieses Satzes nachzuweisen.

Wir werden in der Folge sehen, daß ein erster Herzton unmittelbar nach dem Beginn der Systole und ein zweiter nach dem Beginn der Diastole der Kammer gehört wird. Da aber die Blutwelle nur ein Mal während der Dauer eines Herzschlages fortgleitet, so giebt die Zeit, die zwischen zwei Pulsschlägen verfließt, ein Maaß für die hier in Betracht kommende Gesammtdauer.

Die kurzen Zeiträume, um die es sich hier handelt, lassen sich natürlich nicht mehr mit der Uhr ohne Weiteres messen. Man muß daher in solchen Fällen zu Pendelbestimmungen seine Zuflucht nehmen. Lassen wir alle störenden Nebenverhältnisse außer Acht, so wird in Paris ein Pendel von 993,8666 Millimeter Länge eine Secunde nöthig haben, um eine volle Schwingung zu machen. Diese Zeit hängt aber von der Länge desselben ab. Sie verhält sich, wie die Quadratwurzel der Pendellängen. Ein Pendel von 248,4666 Millimeter oder $\frac{1}{4}$ der Länge des Secundenpendels wird daher seine Schwingung in einer halben Secunde beendigen.

Fig. 110.



Man wählt zu diesem Zwecke ein Pendel, das, wie es Fig. 110. zeigt, verlängert und verkürzt werden kann. Es ist jedoch zweckmäßig, einen nur kurzen Stift *a* an die Linse *b* anzuschrauben, weil sonst der über der Schneide *c* befindliche Theil zu weit hervorragt und die Schwingungen stört. Ist der Stab *d*, an dem das Lager haftet, nach Centimetern oder Zollen getheilt, so kann man leichter die nöthigen Längen, die sich den später zu erwähnenden Rechnungen gemäß ergeben, herstellen.

Der Beobachter verfolgt die beiden Herztöne mit dem Hörrohre, und läßt das Pendel so lange ändern, bis eine seiner Schwingungen eben so lange, als die Zeit von dem Beginn des ersten bis zu dem des zweiten Tones dauert. Ein Gehilfe zählt die Pulsschläge an einer Secundenuhr ab. Man hebt dann die Linse des Pendels, läßt sie sanft sinken und bestimmt so die Zahl der Schwingungen, die es in je einer halben Minute macht.

905 Volkmann fand, daß die der Kammersystole entsprechende Zeit 0,375 Secunden in einem Menschen, der 84 Pulsschläge in der Minute

[1]) St. Hales, Haemastatique. Traduit par M. de Sauvages. Genève, 1744. 4. pag. 23.
[2]) Volkmann, in Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. III. Heidelberg, 1845. 8. S. 321 — 329.

hatte, betrug. Da hier jeder Herzschlag 0,714 Secunden dauerte, so hätte man 0,357 für die Hälfte. Die Abweichung betrüge daher + 0,018 oder $\frac{1}{20}$ des Gesammtwerthes. Ein anderer Fall gab 0,750 Secunden für den Herzschlag und gerade 0,375 für die Kammersystole.

Ich wiederholte diese Versuche an sechs Studirenden und an mir selbst. Anhang Nr. 55. Jeder von uns diente zu drei Beobachtungen, so daß wir im Ganzen 21 Einzelerfahrungen gewannen. Die Dauer des ersten bis zweiten Tones betrug zwei Mal gerade die Hälfte des Herzschlages. Die 19 übrigen Fälle zeigten 11 positive und 8 negative Abweichungen, die in sechs von uns zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{42}$ der gefoderten Hälfte lagen. Der siebente hatte die Eigenthümlichkeit, daß seine Systole $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ länger als die Hälfte dauerte und mithin ungefähr $\frac{2}{3}$ des Herzschlages ausmachte.

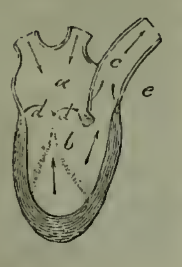
Die Mittelwerthe, zu denen die 21 Beobachtungen führten, waren 0,786 Secunden für den Herzschlag und 0,425 für die Herztöne. Diese wichen mithin positiv um 0,032 oder $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{13}$ ab. Läßt man die drei Erfahrungen, die an dem oben erwähnten Studirenden gemacht worden, bei Seite, so hat man 0,829 und 0,425 im Durchschnitt, mithin 0,010 oder $\frac{1}{42}$ bis $\frac{1}{43}$ Unterschied.

Man kann hiernach mit Recht annehmen, daß in der Regel die Zeit zwischen dem Anfange des ersten bis zu dem des zweiten Tones beinahe die Hälfte eines ganzen Herzschlages dauert. Die Sache läßt sich aber nicht genau beweisen, weil es unmöglich ist, das Pendel mit völliger Sicherheit so einzustellen, daß es vollkommen mit dem Beginn des ersten und dem des zweiten Tones in seiner einfachen Schwingung zusammenfällt. Trifft selbst der Anfang der Bewegung in den der ersten Herzkammer, so kann nicht diese Foderung mit völliger Schärfe befriedigt werden.

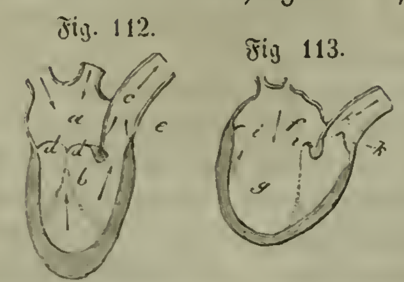
Der größte Werth der Dauer der Kammersystole glich in unseren Versuchen 0,469, Anhang Nr. 55. und der kleinste 0,375 Secunden. Läßt man die Störungen, die der Widerstand der Luft, die Reibung der Schneide auf ihrer Unterlage und der Unterschied der Lage des Beobachtungsortes mit sich führt, bei Seite, so hat man (§ 904.) 218,61 bis 139,77 Millimeter oder ungefähr 8 bis 5 pariser Zoll für die gefoderte Pendellänge.

906 Durchgang des Blutes durch das Herz. — Denken wir uns jeden Vorhof a, Fig. 111., und jede Kammer b als ein Paar aneinander gefügte Säcke, so wird das von den verkürzten Kammerwänden gedrückte Blut allseitig auszuweichen und nach dem Vorhofe a, wie es der linke Pfeil andeutet, zurückzukehren suchen. Soll nun kein Theil der Flüssigkeit diese unnütze Bahn beschreiben und die Füllung der Vorkammer mit neuem Blute beeinträchtigen, so mußte eine eigene Einrichtung diese Gefahr verhüten. Die Muskelkräfte des Atrium waren nicht im Stande, ihre venöse Mündung abzuschließen, weil der Vorhof zur Zeit der Kammersystole erschlafft. Es waren daher todte Ventile zu diesem Dienst nöthig. Die venösen oder die Atrio-Ventricularklappen und zwar die dreizipfelige der rechten und die zweizipfelige oder bischofsmützenförmige der linken Kammer sind zu diesem Zwecke angebracht.

Fig. 111.



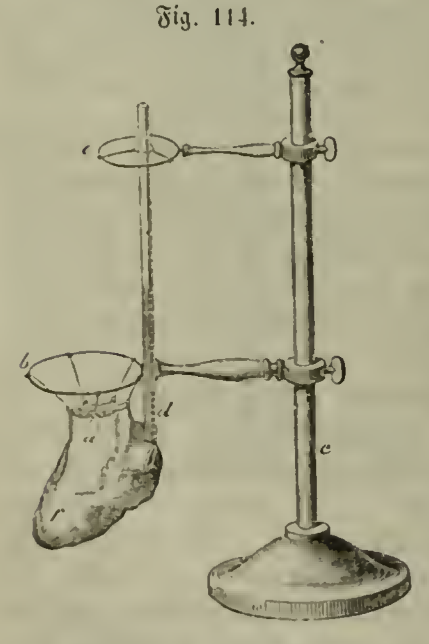
907 Der kräftige Druck, den die Kammerzusammenziehung ausübt, treibt das Blut in die Schlagadern *c*, Fig. 112. Erschlafft dann der Ventrikel, so wird ein Theil desselben von *c* aus in die Kammerhöhle zurückzusinken suchen. Sollten nicht hier die eben erwähnten Uebelstände wiederkehren, so mußte ebenfalls eine passende Ventilation angelegt werden. Die halbmondförmigen Klappen der Lungenschlagader und der Aorta erfüllen diese Bestimmung.


Fig. 112. Fig 113.

908 Man sieht leicht, daß sich die beiden Arten von Ventilen zu ungleichen Zeiten schließen und öffnen. Zieht sich die Kammer *b*, Fig. 112., zusammen, so schneidet die venöse Klappe *dd* den Rücktritt nach dem Vorhofe *a* ab. Erschlafft dann der Ventrikel, so muß sich *ii* Fig. 113. möglichst weit öffnen, damit die Blutmasse des Vorhofes *f* in einem breiten Strahle in die Kammer *g* einstürzt. Die halbmondförmigen Klappen, die (*e* Fig. 112.) im vorigen Augenblicke ruheten, legen sich jetzt *k* Fig. 113., an einander um jeden Rückgang dem Arterienblute zu verschließen.

909 Wir können dieses Spiel der Ventile an dem todten Herzen nachahmen; es bedarf hierzu nur eines geeigneten hydrostatischen Druckes des Wassers oder einer anderen Flüssigkeit, die in passender Richtung eingetrieben wird. Der Verschluß der Herzklappen ist daher ein rein mechanischer Act. Die lebendige Zusammenziehung der Muskelfasern liefert nur die nöthige Druckkraft. Sie wird aber nicht in Anspruch genommen, um die Klappen selbstständig zu ändern.

910 Schneiden wir die Vorkammer *a*, Fig. 114., des Herzens eines Menschen oder eines größeren Säugethieres auf und hängen das Ganze an dem Ringe *b* eines Gestelles *c*, so können wir uns leicht das Spiel der unter *a* angebrachten venösen Klappe zur Anschauung bringen. Nehmen wir an, *a* sey der rechte Vorhof, so schieben wir eine Röhre *d* so tief in die Lungenschlagader, daß ihr unteres Ende durch die arteriöse Mündung in die rechte Kammer *f* dringt. Hat man nun die Arterie an einer Stelle ihres Verlaufes um die Röhre *d* zugebunden und diese in *e* festgestellt, so braucht man nur Wasser durch *d* einzugießen. Die Kammer *f* füllt sich bald mit ihm; die dreizipfelige Klappe schließt alsdann und versperrt den Uebergang in die Vorkammer *a*.


Fig. 114.

911 Betrachtet man die einzelnen Abschnitte der venösen Ventile des todten Herzens, so kann man sich kaum einen Begriff machen, wie sie sich in dem

Augenblicke der Kammersystole an einander legen. Die eben beschriebene Versuchsweise liefert aber die deutlichste Anschauung dieses Vorganges.

Fig. 115.

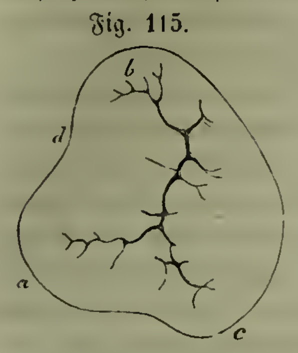


Fig. 115. zeigt uns die dreizipfelige geschlossene Klappe einer 41 jährigen Frau, wie sie von oben her, durch die Oeffnung des Vorhofes betrachtet erscheint. Die rechte Herzkante kommt bei *d* zu liegen. Drei Hauptäste entsprechen den Begrenzungen der drei Hauptlappen, die sich, wie aufgeblähte Segel an einander legen. Der eine *a* sieht nach vorn und rechts, der zweite *b* nach hinten und rechts und der dritte *c* nach der Scheidewand des Herzens hin. Der Verschluß ist häufig so vollständig, daß auch nicht ein Tropfen Flüssigkeit vordringt, wenn selbst das Wasser in *d*, Fig. 114., eine beträchtliche Höhe erreicht.

Fig. 116.

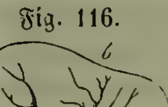
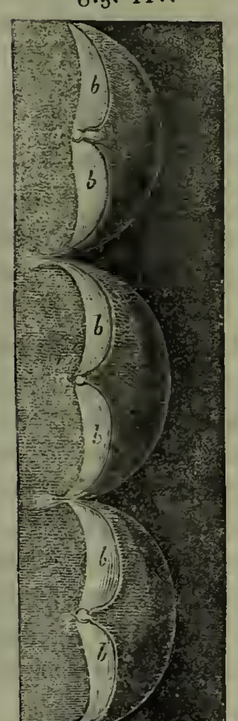


Fig. 116. stellt die thätige zweizipfelige Klappe der linken Kammer aus demselben Menschenherzen dar. *a* bezeichnet hier die nach hinten und rechts gerichtete und *c* die links gewandte Kammergegend. Wir haben hier nur einen Hauptzug *a c*, der den zwei Lappen des Ventils entspricht. Der vorzüglichste Nebenzweig, der durch einen unvollkommenen dritten Zwischenlappen entsteht, wendet sich nach *b* oder nach hinten und etwas nach rechts.

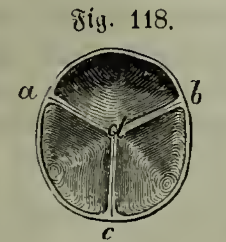
Fig. 117.



912 Will man die Schließungsweise der halbmondförmigen Klappen anschaulich machen, so schneidet man sich die Gegend der rechten oder der linken arteriellen Kammermündung aus und hängt sie an der Lungenschlagader oder der Aorta auf. Man füllt nun von oben her die einzelnen Taschen der halbmondförmigen Klappen *a b*, Fig. 117., mit Wasser oder Quecksilber mittelst eines kleinen und langen Trichters an. Ist dieses mit der gehörigen Vorsicht geschehen, so sieht man, wie sich die Ränder *ad*, *db* und *dc* Fig. 118. regelmäßig an einander legen und die Gesammtöffnung der Schlagadır schließen. Die Form, die Fig. 118. darstellt, zeigt sich, wenn man von oben oder von der Oeffnung der durchschnittenen Schlagader aus hineinblickt.

913 Betrachten wir zunächst die Mechanik, die den Schluß der Atrio Ventricularmündungen einleitet, so wirken hierbei die drei- und die zweizipfelige Klappe, wie Segelventile, die schon durch geringe Druckkräfte geschlossen werden. Ein Theil der fleischigen Herzbalken und die Warzenmuskeln entlassen zahlreiche Sehnen, die sich unter mannigfachen Spaltungen zu

Fig. 118.



den venösen Klappen begeben. Sie heften sich nicht bloß an die äußere oder untere Fläche des Ventils, sondern theilen sich auch dabei und bilden oft Bogen, die wie Gewölbstücke hinüber gehen. Treibt die Zusammenziehung der Vorkammer die Blutmasse in den Ventrikel ein, so ist die venöse Mündung weit geöffnet. Der Strom selbst kann den obersten Theil der Klappenvorrichtung an den Rand der venösen Mündung anlegen und in einem breiten Strahle vordringen. Gelangt er aber in das Innere der Kammer, so dringt ein Theil der Flüssigkeit zwischen den Sehnen durch und begiebt sich in Räume, die schon nach außen von den Segelventilen liegen. Der geringste Druck, den die hineingeworfene Flüssigkeit oder die Kammerwandung im ersten Augenblicke der Systole frei spielen läßt, treibt sie hier weiter, bläht die Ventile segelartig auf, führt die Lappen einander entgegen, begünstigt die Entwicklung ihrer eingerollten Ränder und schließt die Mündung vollständig. Kein Tropfen Blut kann schon am Anfange der Kammerverengerung nach dem Vorhofe zurückkehren.

914 Ein einfacher Versuch ist im Stande, diese Wirkung anschaulich zu machen. Schneidet man die obere Hälfte des Vorhofes eines größeren Herzens hinweg, unterbindet die Lungenschlagader oder die Aorta und füllt ungefähr die Hälfte der Kammer mit Wasser, so braucht man nur den Ventrikel mit den Fingern zusammenzudrücken, um den vollständigen Verschluß der venösen Klappe einzuleiten. Oeffnet man die Hand, so geben auch die Segelventile auf der Stelle nach.

915 Ist der größte Theil des Ventrikels mit Wasser gefüllt, so schwimmen die Klappen in der Flüssigkeit und bilden oft eine Art von Trichter, dessen Grundfläche die venöse Mündung darstellt und dessen abgeschnittene Endfläche nach der Herzspitze zu gerichtet ist. Läßt man nun einen Wasserstrahl von einer mäßigen Höhe herabfallen, so reicht die Fallgeschwindigkeit der Flüssigkeit hin, die zum Klappenschlusse nöthige Druckkraft zu liefern. Die Segelventile legen sich auf das Genaueste aneinander. Man kann dann, wie Baumgarten[1]) bemerkte und ich ebenfalls mehrfach beobachtet habe, das Herz zu Boden werfen, ohne daß ein Tropfen der Flüssigkeit ausfließt. Die Ventrikel brauchen hierbei nicht immer zuerst auf die Diele des Zimmers aufzufallen.

916 Es versteht sich von selbst, daß die Lappen eine sichere Befestigung haben mußten, damit sie nicht der Druck des Blutes nach den Vorhöfen umschlägt und ihren Dienst unmöglich macht. Erklärt sich aber schon hieraus die Nothwendigkeit dieser Gebilde, so lehrt eine genauere Verfolgung des Gegenstandes, daß ihre Mechanik gewisse Nebenvortheile gewährt und das Ventil nur um so zweckmäßiger spielen läßt.

917 Wir haben früher (§. 913.) gesehen, wie sehr der eigenthümliche Verlauf der freien Stücke der Klappensehnen die Vorbereitungen des Ventilschlusses begünstigt. Wären aber diese Gebilde an ruhende Theile befestigt gewesen, so hätten sie immer mehr Widerstand im Laufe der Systole, wäh-

[1]) A. Baumgarten, Commentatio de mechanismo, quo valvulae venosae cordis clauduntur. Marburgi, 1843. 8. p. 24. 25.

rend der Druck zunimmt, leisten müssen. Dieses konnte leicht zu Unordnungen führen. Die Verschließungsfläche hätte sich wenigstens immer mehr nach der Vorhofshöhle zu drängen gesucht.

Die Natur befestigt aber die Sehnen an die Fleischbalken und die Warzenmuskeln der Kammer d. h. an dieselben Massen, von denen die zunehmende Druckwirkung selbst ausgeht. Es werden daher die Sehnen selbst in gleichem Maaße zurückgezogen. Die Kraft, die das Blut nach allen Seiten und mithin auch gegen die venöse Mündung wirken läßt, spannt zugleich die Segelventile an. Sie werden sich daher nicht unter diesen Verhältnissen in regelrechtem Zustande nach den Vorhöfen zu stärker ausbauchen.

918 Purkinje[1]) hat diese Vorstellung weiter ausgedehnt und nicht bloß jene Einrichtung als Sicherheitsmittel der Erscheinungen der Systole, sondern auch als Vorbereitung für die nachfolgende Diastole der Kammer angesehen. Die Massen, von denen die Sehnen ausgehen, ziehen sich hiernach immer mehr zusammen. Die Warzenmuskeln verkürzen sich sogar nach Kürschner[2]) in dem Grade, daß sie fast gänzlich in der Wandung des Herzens verschwinden. Purkinje stellt sich nun vor, daß hierdurch die venöse Klappe so weit zurückgeführt wird, daß endlich an der oberen Fläche ein nach dem Vorhofe gerichteter Trichterraum entsteht. Ist dieses der Fall, so muß Blut aus der Vorkammer nachgesogen werden. Es wird dieses aber auf der Stelle einstürzen, so wie die Systole der Kammer beendigt ist. Diese Ansicht bekräftigt von Neuem, daß schon Flüssigkeit zur Zwischenzeit der Ruhe, die angeblich zwischen der Systole der Kammer und der Vorkammer eintritt, in den erweiterten Ventrikel übergeht.

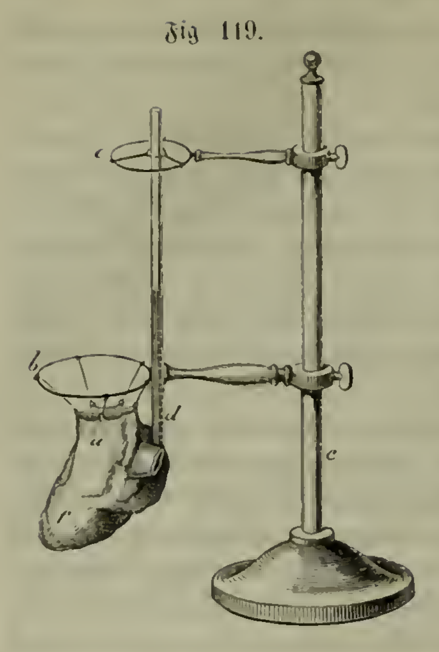
919 Die Blutmasse, welche die Kammersystole in die Schlagadern preßt, rückt nicht in gerader Linie vorwärts, sondern dehnt zum Theil die elastischen Arterienwände aus. Mangelt später der Druck, so wie die Kammerzusammenziehung aufhört, so suchen die Schlagadern zu ihrem früheren Umfange zurückzukehren und pressen dabei das Blut mit einer gewissen Kraftgröße (§. 82.). Die Flüssigkeit, die nach allen Seiten ausweicht, dringt in die Taschen der halbmondförmigen Klappen, bläht sie auf, legt sie mit ihren inneren Rändern an einander und verschließt sich selbst den Rückgang, wie es Fig. 112. u. 118. dargestellt wurde. Die Klappen sind so genau abgepaßt, daß dann jede von ihnen in ihrer Mitte in einem Winkel von 120° einbiegt. Die Stützknötchen, die Morgagnischen Gebilde der Lungenarterie und die des Arantius in der Aorta begünstigen vielleicht die Vereinigung, sie haben aber jedenfalls keine wesentliche Bedeutung. Sie sind in verschiedenen Leichen in ungleichem Grade ausgebildet und fehlen nach Retzius[3]) in den Thieren gänzlich.

920 Das Wechselspiel der halbmondförmigen Klappen läßt sich ebenfalls

---

[1]) Purkinje, in der Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur im Jahre 1843. Breslau, 1844. 4. S. 159.
[2]) Kürschner, a. a. O. S. 61.
[3]) A. Retzius, in Müller's Archiv. 1843. S. 17.

Fig. 119.



an der Fig. 119. abgebildeten Vorrichtung anschaulich machen. Hat man so viel Wasser in die Röhre *d* gegossen, daß es einen großen Theil derselben ausfüllt, so braucht man nur die Kammer *f* mit der Hand zu umfassen und zu drücken, damit die Flüssigkeit in einem Bogen heraustritt und das Uebrige nach dem Aufhören des Druckes zurücksinkt. Man erhält so einen pulsirenden Strahl, wie ihn die lebenden Schlagadern nach Verletzungen darbieten. Es tritt aber bald ein Zeitpunkt ein, in dem man unmittelbar den Schluß der halbmondförmigen Klappen wahrnimmt. Ist nämlich nur so viel Flüssigkeit übrig, daß sie der künstliche Druck der Herzkammer in der Glasröhre emportreibt, nicht aber am Ende austreten läßt, so bildet sie eine höhere Wassersäule, wie früher, weil die geschlossenen halbmondförmigen Klappen einen Theil des Fluidum zurückhalten. Man muß zuletzt Wasser in die Herzkammer nachgießen, damit überhaupt der künstliche Druck deutliche Wirkungen hervorruft.

921 Eine andere Versuchsreihe kann uns leicht überzeugen, mit welcher Genauigkeit die Formen und Größen der einzelnen Theile der venösen und der arteriellen Klappen abgepaßt sind. Wir brauchen nur eine Sehne der drei- oder der zweizipfeligen Klappe zu durchschneiden, um die Mechanik des ganzen Ventils in Unordnung zu bringen. Die entsprechende Stelle der Segel läßt sogleich eine Lücke übrig. Der seiner Stütze beraubte Klappentheil schwimmt lose in der Flüssigkeit und erzeugt eine Oeffnung, durch die Wasser in den Vorhof eindringt. Schneidet man nur einen Zipfel der halbmondförmigen Klappen mit der Scheere ein, so erhält man hier das gleiche Resultat.

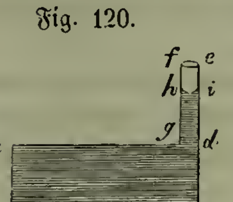
922 Ein Ventil arbeitet um so besser, je weniger Druck seine pünktliche und zweckmäßige Schließung und Oeffnung in Anspruch nimmt. Die Herzklappen zeichnen sich auch in dieser Hinsicht durch ihre Vortrefflichkeit aus. Wir haben früher (§.§. 913. u. 915.) gesehen, wie wenig Pressung zum Schlusse der Atrio-Ventricularventile nothwendig ist. Hat man sie abgesperrt und ruht Alles, so braucht man nur geringe Wassermengen in den Vorhof zu gießen, damit sich die Segel öffnen und in der Flüssigkeit flottiren. Hebt man ein Herz, dessen Kammer wenig Wasser enthält und dessen halbmondförmige Klappen gestellt sind, an seiner Spitze in die Höhe, so findet das Wasser von selbst seinen regelrechten Ausgang durch die Schlagadern.

923 Die Druckwerthe, unter denen die Herzventile schließen, lassen sich wenigstens annähernd durch die Fig. 114. abgebildete Vorrichtung messen.

Die Röhre darf dann nicht sehr lang sein und etwa nur 1 Decimeter frei hervorragen. Sie muß überdieß eine Gradeintheilung, wie es die Figur an dem unteren Theile anzeigt, darbieten. Man gießt das Wasser mit einem Trichter so ein, daß es mehr an den Wänden herabrieselt, als schnell herunterfällt und bemerkt die kleinste Höhe der in *d* stehenden Wassersäule, bei der die untersuchte Klappe schließt. Zieht man nun ihr Niveau von dem des Flüssigkeitsspiegels in der Röhre ab, so hat man die gewünschte Druckgröße.

Denken wir uns das Ganze schematisch, so sei *a b c d*, Fig. 120., der Raum der Herzkammer, dessen venöse Mündung *a g* durch die Klappe geschlossen wird, und *d e f g* das in den Schlagaderstamm eingebundene Rohr, dessen Wasserspiegel bis *h i* reicht. *c i* bildet dann die gesammte hydrostatische Druckhöhe und *d i* die Größe, unter der das in *a g* angebrachte Ventil schließt. Der absolute oder hydraulische Druck, den die Klappe auszuhalten hat, gleicht der Oberfläche *a g* multiplicirt mit der Höhe *d i*. Wollen wir den Wasserdruck *d i* auf Quecksilberdruck zurückführen, so brauchen wir nur seinen Werth durch die Eigenschwere des Quecksilbers (= 13,598) zu theilen.

Fig. 120.



924 Zwei auf diese Art angestellte Versuchsreihen lehrten, daß der mittlere hydrostatische Druck, welcher die dreizipfelige Klappe des Herzens einer 41 jährigen Frau schloß, 3,3 Millimeter Quecksilber betrug. Dieser Werth glich 3,8 Mm. für die zweizipfelige Klappe und 2,9 Mm. für die halbmondförmigen Taschen der Lungenarterie. Die Ventile der Lungenschlagader des Kalbes ergaben 7,0 Mm. und die der Aorta 6,2 Mm. $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ Centimeter reichen mithin jedenfalls zu diesem Zwecke hin. Wir werden aber in der Folge sehen, daß der durchschnittliche hydrostatische Druck des Schlagaderblutes etwas mehr, als 15 Centimeter Quecksilber beträgt. Der Klappenverschluß hat mithin nur in den angeführten Versuchen $\frac{1}{45}$ bis $\frac{1}{22}$ des Druckes, unter dem das Blut in den Arterien getrieben wird, nöthig gehabt. Anhang Nr. 42.

925 Vergleicht man die Einzelwerthe, die an den verschiedenen Ventilen des menschlichen Herzens auftraten, so haben zwar die Taschen der Lungenschlagader geringere hydrostatische Werthe, als die venösen Klappen der Kammern. Der Unterschied ist aber im Ganzen so gering, daß er auch nur von den Nebenverhältnissen des Versuchs abhängen kann. Dasselbe gilt für die Abweichungen, welche die drei- und die zweizipfelige Klappe darboten. Man kann daher wenigstens annähernd annehmen, daß alle vier größeren Herzventile unter einem fast gleichen geringen Drucke schließen. Setzt man dieses voraus, so müssen sich die absoluten Druckkräfte, die ihr Verschluß als Belastungsgewichte fordert, wie die Oberflächen der Mündungen oder wie die Quadrate der Halbmesser verhalten. Anhang Nr. 42.

926 Es ergiebt sich aus dem früheren von selbst, daß schon geringe Klappenfehler Unordnungen des Blutlaufes erzeugen. Hat eine venöse Klappe ihre Nachgiebigkeit durch Ausschwitzungen oder Kalkablagerungen verloren,

ist sie an einer Stelle angewachsen oder lückenhaft geworden, können nicht ihre Sehnen den regelrechten Dienst besorgen, so wird die Kammerzusammenziehung einen Theil des Blutes in die Vorkammer zurücktreiben. Mangelt eine Tasche der halbmondförmigen Klappen, sind sie regelwidrig angeheftet, knorpelig verhärtet oder verknöchert, haben sich Kalkabsätze in den Anfangstheilen der Arterienwände gebildet, so kann von den Schlagadern aus Blut in die diastolische Kammer dringen.

927 Bleiben aber die Klappen in Ordnung, so wird ihre Thätigkeit bis zum letzten Augenblicke des Lebens fortdauern. Die geringen Druckkräfte, die ihr Schluß voraussetzt, stehen noch bei der schwächsten Thätigkeit des Herzens zu Gebote.

928 Bilden auch die venösen und die arteriellen Klappen die Hauptventile des Herzens, so sind sie doch nicht die einzigen Klappen, welche dieses Organ besitzt. Der rechte Vorhof hat noch eine eigene Vorrichtung, die seiner regelrechten Wirkung zu Hilfe kommen kann.

Ein Faltensaum, die Thebesische Klappe beschützt die große Herzvene, die an dem Uebergang der Scheidewand in die Hinterwand mündet. Ihr Blut kann frei eindringen, nicht aber durch die Vorhofverkürzung zurückgetrieben werden. Das Ventil ist jedoch auch in vielen Leichen unvollständig und nicht selten sogar durchlöchert.

929 Sorgt auf diese Art die Natur für die untergeordneten Herzvenen, so muß es um so mehr befremden, daß die Oeffnungen der Hohladern und der Lungenvenen aller Klappenbildungen entbehren. Läßt sich auch nicht mit Bestimmtheit nachweisen, daß nie die Vorhofsverkürzung Blut in diese Gefäße zurücktreibt, so kann man wenigstens behaupten, daß mehrere Einrichtungen getroffen wurden, um den Uebelstand möglichst zu verkleinern.

930 Die Muskelfasern der Vorhöfe umkränzen die genannten Blutadern. Die obere Hohlvene besitzt eine starke Ringfaserschicht, die sich ungefähr drei Centimeter weit erstreckt, die untere dagegen hat nur einen unbedeutenden Muskelring an ihrer Einmündungsstelle[1]). Die Fasern des linken Vorhofes drängen sich zwischen den Lungenblutadern so durch, daß auch hier unvollkommene Schließungsgebilde erzeugt werden. Da aber die Verkürzung dieser Muskelmassen mit der Systole der Vorkammer zusammenfällt, so werden dann die großen Blutadern verengt, wo nicht gänzlich verschlossen.

931 Mechanische Verhältnisse eigener Art können vielleicht noch diesen Rückgang nach einigen Schriftstellern verhüten. Die Zusammenziehung des Vorhofes ist rasch vollendet. Das Blut der Hohl- und der Lungenvenen befindet sich aber dann unter einem, wenn auch geringen centripetalen Drucke. Hielte die Gegenwirkung, die von der Vorkammer ausgeht, lange genug an, so würde sie unzweifelhaft diese Druckkraft überwinden. Da sie aber weniger, als $1/2$ Secunde dauert (§. 905.), so gewinnt vielleicht nicht

---

[1]) Theile, in S. T. v. Soemmerring, Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Leipzig, 1841. 8. S. 22.

die Flüssigkeit Zeit genug, um zur Ruhe zu kommen und in entgegengesetzter Richtung auszuweichen. Die venöse Mündung der Kammer gestattet ihr jedenfalls einen leichteren Durchtritt und nimmt mehr Geschwindigkeitshöhe in Anspruch, als die Gesammtsumme der vielen Oeffnungen der Hauptstämme der Blutadern.

932 Das lebende Herz ist überdieß in seinem Herzbeutel luftdicht eingeschlossen. Geben die Wände dieser Hülle nicht nach, so muß die diastolische Kammer eben so viel Blut ansaugen, als sie durch die vorangehende Entleerung verloren hat. Da sich aber der Herzbeutel an den Anfangstheilen der Gefäße oberhalb der Vorhöfe anfügt, so wird hierdurch eher der centripetale Strom des in ihnen enthaltenen Blutes begünstigt. Die Arterien können dabei keine Störung erleiden, weil sich die halbmondförmigen Klappen schließen. Es wäre daher möglich, daß die eben angeführte Einrichtung des Herzbeutels den regelrechten Lauf des Vorhofsblutes [1]) und den Schluß der Taschenventile begünstigte.

933 Man sieht leicht, daß noch die erwähnten Wirkungen der beiderlei mechanischen Verhältnisse gerechte Zweifel gestatten. Denn es frägt sich sehr, ob nicht die Kürze der Zeit zur Sammlung der Flüssigkeit hinreicht und ob wahrhaft der Herzbeutel einem starren Behälter gleichgestellt werden darf. Er könnte eher dazu beitragen, die Füllung der Vorhöfe im Augenblicke der Kammersystole zu erleichtern.

934 Die untere Hohlvene des Frosches zieht sich, ehe sie in das Herz tritt, regelmäßig zusammen. Da jedoch ihre Verengerung kurz vor die Systole des Vorhofes fällt, so muß es noch unentschieden bleiben, ob sie den Rückweg des Blutstromes zu hindern im Stande ist.

935 Die Muskelmassen, die das Blut durch die Herzhöhlen treiben, springen größtentheils im Innern der Vorhöfe und der Ventrikel vor. Die Flüssigkeit gleitet daher meist auf unebenen Bahnen dahin; ihre einzelnen Fäden werden häufig von ihrem ursprünglichen Wege abgelenkt. Die Vortheile, welche die Natur durch jene Einrichtung erreicht, überwiegen aber die Uebelstände, welche die Unebenheit der Wände nach sich zieht.

936 Die Nebenhöhlen, die von den Netzbalken erzeugt werden, bilden nicht bloß Seitenbehälter der Flüssigkeit und vergrößern hierdurch den Aufnahmsraum des Herzens, sondern liefern auch Nebendruckkräfte, welche die ganze Mechanik unterstützen können. Ziehen sich die Muskelbündel, von denen sie begrenzt werden, zusammen, so entsteht hier eine seitliche Raumverengerung, deren Druckwirkungen auf die übrige Flüssigkeit übertragen wird. Die Netzbalken bilden auf diese Weise eine Art von Multiplicatoren der Pressung. Sie können noch nachträglich wirken, wenn schon die gesammte Wand der Kammern zusammengezogen ist.

937 Die beiden Hohlvenen münden so in den rechten Vorhof, daß sich ihre Ströme mehr oder minder von rechts nach links fortsetzen müssen. Der der oberen tritt von oben und der der unteren von außen hinein. Denken wir uns die Richtungen ihrer Achsen geradlinigt verlängert, so würde un-

[1]) J. H. Walsh, Provincial medical and surgical Journal. 1845. 4. p. 78. 79.

gefähr die Bahn der oberen Hohlvene den unteren Theil der Vorhofsscheidewand und weiter nach unten die rechte Atrio-Ventricularmündung, die der unteren dagegen den Eingang des rechten Vorhofes und vorzüglich die obere Hälfte desselben treffen. Befindet sich noch Alles in der Leiche in seiner natürlichen Lage, nähert sich deshalb der rechte Vorhof mehr der senkrechten und der linke der queren Stellung und führt man einen Stab längs der Achse der oberen Hohlvene ein, so gelangt man von selbst in die rechte Kammer. Wiederholt man den gleichen Versuch mit der unteren Hohlvene, so dringt man in das Herzohr ein. Dieses müßte sich also, wenn keine Mischung der Flüssigkeiten Statt fände, mit dem Blute der unteren Hohlvene vorzugsweise anfüllen.

938 Eine besondere Einrichtung scheint die Ströme der beiden Hohlvenen vor unzweckmäßigen Irrungen zu bewahren. Der obere und der untere Theil der Vorhofscheidewand bilden einen stumpfen Winkel, der mit seinem abgerundeten Spitzentheile in die Vorhofshöhle hineinragt. Der Lower'sche Wulst erzeugt sich auf diese Weise. Der Blutstrom der unteren Hohlvene wird hierdurch von der Mündung der oberen abgeleitet. Stände er auch unter einer etwas größeren Druckkraft, als der Inhalt der oberen Hohlader, so könnte er doch nicht unter diesen Verhältnissen den Lauf desselben beeinträchtigen.

Man kann sich diese Wirkung an dem Leichnahme versinnlichen. Befinden sich alle Theile in natürlicher Lage und hat man den linken Vorhof mit erstarrender Masse gefüllt, so öffnet man die Vorderwand der rechten Vorkammer und befestigt eine größere Spritze in die untere Hohlvene dicht unterhalb des Zwerchfells und eine kleinere in der oberen Hohlader. Läßt man nun Wasser von beiden Seiten eintreiben, so geht der Strom der unteren Hohlader, wenn er selbst stärker und größer ist, nach unten und innen. Der Wulst der Einspritzungsmasse, der an der Haut des eirunden Loches hervortritt, ersetzt dann das natürliche, etwas höher gelegene Lower'sche Gebilde.

939 Die durch ihre Klappe geschützte Kranzvene müßte ihr Blut, wenn es geradlinigt fortginge, nach dem untersten Theil der Scheidewand und der Vorderseite des Vorhofes dicht über der Atrio-Ventricularmündung hinübertreiben. Die unterste Gegend des Wulstes des eirunden Loches kann ihn vor dem Ausweichen nach oben bewahren.

940 Die Kammmuskeln des rechten Vorhofes lassen zahlreiche Zwischenräume übrig. Da die Wandungen dieser Lücken dünner sind, so können sie sich zur Zeit der Erweiterung des Behälters möglichst ausdehnen und den Rauminhalt des ganzen Gebildes vergrößern. Sie erstrecken sich in der Regel von der Ausmündung des Herzohres längs der vorderen, der äußeren und der hinteren Wand des rechten Atrium bis in die Nähe der Eintrittsstelle der großen Kranzvene; sie fehlen aber an der Scheidewand, den innersten Parthieen der Vorder- und zum Theil der Hinterwand des Vorhofes. Das Herzohr besitzt viele solche Zwischenräume, die verhältnißmäßig sehr stark hervortreten können.

941 Die Systole des Vorhofes preßt schnell den Hauptraum und die Neben-

höhlen aus. Die dünne Haut des eirunden Loches kann keine wesentlichen Störungen darbieten, weil sie von beiden Seiten gleichzeitig und wahrscheinlich mit nicht sehr ungleichen Kräften gedrückt wird. Da die Hauptzüge der Muskelfasern von dem Umkreise der rechten Kammermündung ausgehen, zum Theil zu ihm zurückkehren und hier ihren Stützpunkt finden, so wird der Blutstrom um so leichter mit großer Geschwindigkeit in die Kammer einstürzen.

942 Wir haben schon früher (§. 913.) gesehen, wie die diastolische Kammer die Blutmasse aufnimmt und vertheilt. Die halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie sind um diese Zeit gestellt. Ihre aneinander liegenden Taschen lassen unten einen pyramidenähnlichen Raum, dessen Spitze nach den Schlagadern sieht, übrig. Beginnt nun die Zusammenziehung der Kammer, so müssen sich unter diesen Verhältnissen die Klappen mit Leichtigkeit und im Augenblicke öffnen.

943 Die Muskelfasern des rechten Ventrikels können ihrer Anordnung gemäß die Kammerhöhle eben so kräftig, als rasch entleeren. Der spiralige Verlauf der meisten Bündel und die vorherrschende Längen- oder Querrichtung der einzelnen Schichten dient dazu, den Höhlenraum allseitig zu verkleinern. So reichlich auch die Innenfläche mit Warzenmuskeln und Fleischbalken versehen ist, so ist doch eine nicht unbedeutende Fläche der Kammerwand und zwar vorzüglich der innere und obere Theil derselben glatt. Die Bahn, auf der das Blut in die Lungenschlagader dahingleiten soll, bietet daher die geringsten Widerstände dar. Die Nebenpressung dagegen, die von den Netzbalken ausgeht, treibt meist das Blut in dieser Richtung hin fort.

944 Die eben geschilderten Verhältnisse des rechten Herzens gelten auch im wesentlichen für das linke. Da aber der linke Vorhof, wie wir später sehen werden, beständigere Blutströme, als der rechte aufnimmt, so treten auch hier die gesonderten Fleischbälkchen in höherem Grade in den Hintergrund. Das Herzohr selbst hat kleinere oder sparsamere Zwischenräume. Die Innenfläche wird glatter und die Muskelfasern verengern daher mehr den Behälter im Ganzen. Das Ohr des Vorhofes liegt hier fast gerade den beiden Lungenblutadern gegenüber und ist so nahe den linken Lungenvenen angebracht, daß sich kaum bestimmen läßt, von welcher Seite her mehr Blut in diesen Nebenbehälter einströmt.

945 Ein großer Theil der Scheidewandfläche ist wiederum geglättet. Die eigenthümliche Stellung der Warzenmuskeln begünstigt noch den Uebergang in die Aorta in stärkerem Maaße. Der größte Theil der Blutmasse fällt nämlich in die Gegend, die vor der durch den Vorderrand der Mitralklappe gezogenen Ebene liegt.

946 Die gemeinschaftliche Faserschicht, die über beide Kammern oberflächlich hinweggeht, dient wahrscheinlich als Widerhalter, um die sämmtlichen Druckkräfte der übrigen tieferen Faserlagen nach innen zu leiten. Man kann sich vorstellen, daß sich auf diese Weise eine feste Schutzebene erzeugt. Die übrige Pressung wird sich dann ausschließlich nach innen richten.

947 Will man die Schwankungen, die der Herzschlag bedingt, an einem

unversehrten Thiere beobachten, so sticht man eine Nadel von außen her in die Herzgegend ein. Sie wendet sich dann pendelartig hin und her, so wie die Systole und die Diastole wechselt. Die Länge des freien Drathstückes vergrößert dabei den Ausschlag in der Form eines Zeigers (§. 1045.). Man kann sich durch das Abzählen der Schwankungen überzeugen, daß man es hier mit keinen bloßen Folgen der Athembewegungen, sondern mit den Einflüssen des Herzschlages zu thun hat. Kaninchen eigenen sich hierzu am Besten. Das Herz dieser furchtsamen Thiere klopft schon mühlradartig, wenn man sie nur festhält. Ich erhielt daher z. B. in der Minute 150 bis 160 Schwankungen der Nadel, während die Nasenlöcher 20 bis 30 Einathmungen angaben. Fügt man den Drath in die Athemmuskeln, so bemerkt man weit sparsamere Bewegungen.

Solche Verletzungen des Herzens sind übrigens, wie Jung zuerst gefunden hat, mit keinen übeln Nachwirkungen verbunden. Die Thiere leben fort, als hätten sie nicht das Geringste erlitten.

948 Herzstoß. — Untersuchen wir die linke untere Hälfte des Brustkastens eines Menschen, so bemerken wir, daß das Herz pulsatorisch an die benachbarte feste Wand anklopft. Der Stoß kann durch den Zwischenraum der fünften und sechsten Rippe durchgefühlt und nicht selten auch unmittelbar gesehen werden. Oeffnet man den Thorax eines Säugethiers an der rechten Seite, so überzeugt man sich, daß die Erscheinung mit der Systole und nicht, wie Corrigan, Stockes und Pigeaux annahmen, mit der Diastole der Kammern zusammenfällt.

949 So leicht sich dieses verfolgen läßt, so wenig stimmen die theoretischen Vorstellungen, die man sich über die Ursache des Ganzen gemacht hat, überein. Wollen wir uns daher ein selbstständiges Urtheil bereiten, so müssen wir alle Verhältnisse, die hierbei in Betracht kommen können, ins Auge zu fassen suchen.

950 1) Wir haben früher (§. 892.) gesehen, daß sich der Spitzentheil des Herzens im Augenblicke der Kammerzusammenziehung hebt. Diese Ortsveränderung tritt nicht bloß, so lange der Kreislauf vollkommen bleibt, hervor, sondern erhält sich auch an dem ausgeschnittenen Herzen, das kein Blut mehr führt. Die Entfernung der Vorkammern, die Trennung der großen Gefäße oder die Durchscheidung der Warzenmuskeln hebt sie weder bei dem Frosche noch bei dem Kaninchen auf. Unterhält man den Herzschlag des letzteren Thieres mittelst der künstlichen Athmung, so sieht man die Hebung des Spitzentheils so lange dauern, als die größere Masse der Kammern reizbar bleibt. Bezeichnet man sich die Stelle, an der der Herzstoß eines lebenden Kaninchens am deutlichsten gefühlt wird und tödtet dann das Thier, so findet man, daß die früher angegebene Stelle der Nachbarschaft der Herzspitze entspricht.

Da der größte Theil der Muskelfasern der Kammern von der Gegend der venösen und arteriellen Mündungen ausgeht und zu ihr zurückläuft, die eigentliche Herzspitze des Menschen der stärkeren linken Kammer angehört und die Fasern in ungleichen Dicken dahinstreichen, so läßt sich vielleicht hieraus die Erscheinung, wenigstens im Allgemeinen erklären.

2) Das Herz verlängert sich nicht im Augenblicke der Kammersystole; es wird aber in seinen Wandungen dicker.

3) Sein Schwerpunkt ändert sich zu den verschiedenen Zeiten der Systole und Diastole. Ziehen sich die Kammern zusammen, so treiben sie eine bestimmte Menge Blutes aus. Es tritt dafür eine gewisse Blutmasse in die Vorkammern ein. Diese werden daher belastet und die Kammern selbst erleichtert. Liegt der Schwerpunkt des ganzen Herzens im Augenblicke der Diastole der Ventrikel tiefer oder weiter nach vorn, so wird er während der Systole höher oder mehr nach hinten rücken.

4) Die Blutmasse, welche die Systole der Kammern in die Lungenschlagader und die Aorta einpreßt, findet hier einen Widerstand an den schon vorhandenen Blutsäulen. Sie dehnt daher auch z. Thl. die elastischen Schlagadern aus. Da aber die Lungenarterie und die Aorta bogig gekrümmt sind, so werden sie sich hierbei zu strecken suchen. Das an ihnen, wie an Stricken aufgehängte Herz könnte hierdurch seinen Spitzentheil möglicherweise emporheben.

Die Theorieen des Herzstoßes zerfallen in zwei Klassen. Die eine sucht vorzugsweise den Hauptgrund in dem Vorschnellen der Spitzenhälfte gegen die Brustwand. Die verschiedenen Schriftsteller weichen nur in den Vorstellungen, die sie sich von den Ursachen dieser Bewegungsweise machen, ab. Die zweite Annahmsart dagegen fußt auf den Verhältnissen des luftdichten Verschlusses, unter denen sich das lebende Herz befindet und berücksichtigt vorzüglich die Verdickung der Kammerwände, die während der Systole eintritt. 951

Rückt schon die Herzspitze während der Ventrikelzusammenziehung nach vorn, so wird sich diese Bewegung im lebenden Körper durch die oben erwähnte Aenderung des Schwerpunktes des ganzen Organs und die Streckung der großen Gefäße verstärken können. Bedenkt man nun, wie nahe die Spitzentheile der Kammerwände der Gegend der fünften bis sechsten Rippe liegen, so kann es leicht möglich werden, daß man hier die Vorwärtsbewegung der systolischen Ventrikel durch die Zwischenrippenmuskeln fühlt oder selbst mit dem Auge wahrnimmt.

Gutbrod und Skoda stützten ihre Erklärung des Herzschlages auf die Erscheinungen, die das Gegenspiel der bewegten Flüssigkeiten und der Wiederdruck der einschließenden Wandungen darbieten. Fließt Wasser, das zur Höhe *HAR*, Fig. 121, in dem Gefäße *HR* aufgeschichtet ist, durch die Oeffnung *O* aus, so werden die Wandungstheile *HO* und *RF* mit einer bestimmten Kraft gedrückt und pressen mit derselben Größe wieder zurück. Druck und Gegendruck heben sich hier der gleichen Verhältnisse der gegenüberliegenden Theile wegen auf. Die Oeffnung *O* dagegen, durch die das Wasser hervortritt, kann keinen Widerdruck erzeugen. Die Gewalt, die auf *F* in der Richtung *P* thätig ist, bleibt die frühere. Die Gegenarbeit bei *O* wird aber um so viel geringer, als sie Kraft für den Ausfluß des Strahles verwenden muß. Wächst der Unterschied in dem Grade, daß die hierbei frei gemachte Druckgröße das ganze Gefäß *HR* in Bewegung setzen kann, so muß es seinen Ort in einer dem ausströmenden Wasserstrahle entgegengesetzten Richtung ändern. Anhang Nr. 43.

Fig. 121.

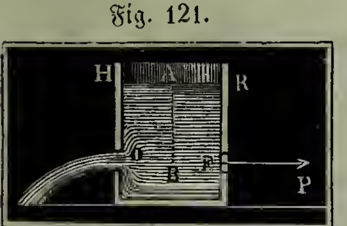
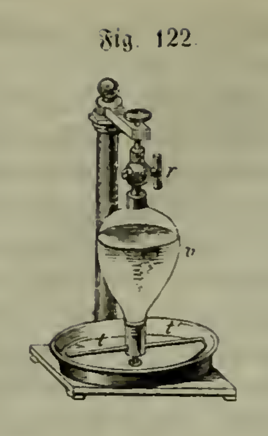


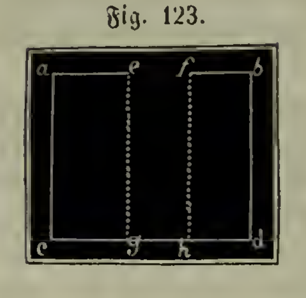
Fig. 122.



Das Segner'sche Rad (Fig. 122) bildet eine Vorrichtung, deren Thätigkeit auf den eben geschilderten Wirkungen beruht. Das leicht drehbare Gefäß *v* enthält Wasser, welches, so wie man den luftdicht schließenden Hahn *r* öffnet, durch die Röhre *tt'* ausströmt. Die Flüssigkeitsstrahlen treten in der Richtung der Tangente des von *tt'* beschriebenen Kreises hervor. Die oben erwähnten Verhältnisse, die an den beiden Enden eingreifen, bewirken, daß hierdurch das Ganze im Kreise herumgedreht wird.

Denken wir uns nun, wir hätten ein Gefäß *a b c d*, Figur 123., welches in *e f* offen ist, so wird die in ihm enthaltene Flüssigkeit in dem Zustande der Ruhe auf alle Wandungstheile gleichförmig drücken. Dehnt sie sich aber plötzlich aus oder erhält sie aus einem anderen Grunde eine Pressung, die sie zu *ef* hervortreibt, so hat wieder *gh* den Druck der Flüssigkeit auszuhalten, während der ihm gleiche Theil *ef* keinen Gegendruck darbietet. Ist die auf *gh* wirkende Pressung stark genug, *acdb* im Ganzen fortzubewegen, so wird der Behälter von *e* nach *g* zurückgetrieben, während die Flüssigkeit von *g* nach *e* hervorströmt. Der Ruck der Kanonen und der Gewehre bei dem Losschießen beruht auf diesem Gesetze.

Fig. 123.



Skoda und Gutbrod [1]) finden das Gleiche im Herzen. Die Kammersystole treibt das Blut mit vieler Gewalt durch die arteriellen Mündungen der Ventrikel. Die ihnen gegenüberliegenden Spitzentheile des Herzens verhalten sich daher wie *gh* in Fig. 123. Das ganze Organ bewegt sich deßhalb dann nach vorn gegen die Brustwand.

Sollte diese Vorstellung richtig sein, so müßte der Herzstoß aufhören, wenn man *gh* öffnet, d. h. den Spitzentheil der Kammern hinwegnimmt. Man kann sich aber am Frosche überzeugen, daß diese Wirkung des Versuchs ausbleibt. Die Ansicht, daß das Herz eines Reptils zu keinem gültigen Gegenbeweise gebraucht werden könne [2]), läßt sich aus dem Grunde nicht halten, weil die Säugethiere das gleiche Resultat geben. Während ein Gehilfe die künstliche Athmung eines eben getödteten Kaninchens einleitete, öffnete ich die Brusthöhle, betrachtete eine Zeitlang die Bewegung des lebhaft klopfenden Herzens und schnitt dann so viel von dem Spitzentheile fort, daß jede der beiden Kammern eine weite Gegenöffnung erhielt. Der Herzstoß änderte sich aber hierdurch nicht. Ich machte mir den Einwand, daß sich vielleicht die künstlichen Mündungen im Augenblicke der Zusammenziehung schließen und auf diese Weise die Vollständigkeit der Wände herstellen. Ich schob daher Glasröhren in die beiden Gegenlöcher der Ventrikel. Dieses änderte jedoch auch nicht den Erfolg. Das Herz hob sich selbst noch gegen die Brustwand, wenn kein Blut mehr durchfloß.

J. Heine [3]) leitet den Herzstoß von der Zusammenziehung der Warzenmuskeln, welche die drei- und die zweizipfelige Klappe spannen, her. Der untere Theil des Herzens hebt sich aber nicht nur, wenn kein Blut mehr durchgeht, und der Spitzentheil hinweggenommen worden ist, sondern wenn man auch die Warzenmuskeln mit einer krummen Scheere durchschnitten hat.

---

[1]) J. Skoda, Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien, 1842. 8. S. 147.

[2]) Ebendaselbst, S. 147. 148.

[3]) J. Heine, I. Die organische Ursache der Herzbewegung. II. Die Mechanik der Herzkammerbewegung des Herzstoßes und über die Motive des ersten Herztones. 1840. 4. und Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. I. 1842. 8. Seite 95.

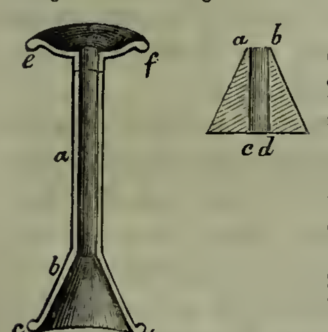
952 Die zweite Hauptansicht, die Kiwisch [1]) aufgestellt hat, sucht nicht die Ursache des Herzstoßes in dem Anschlagen des Spitzentheils an die gegenüberliegende Brustwand, sondern in der Aufwulstung der zusammengezogenen Kammerwände. Das Herz ist luftdicht in seinem Herzbeutel und in der Brusthöhle eingeschlossen. Es wird daher dicht an die nahe liegende Brustwand und das Zwerchfell angepreßt. Keine Kraft, die nicht den Atmosphärendruck überwindet, kann es von hier, nach Kiwisch, entfernen. Ziehen sich nun die Kammern zusammen, so wulsten sie sich auf. Ihre erhärtete Masse drängt sich gegen die Brustwand und das Zwerchfell. Die Rippen leisten ihrer Natur nach einen kräftigen Widerstand. Die Weichgebilde dagegen, welche die Zwischenrippenräume ausfüllen und das Zwerchfell geben eher ihrer Weichheit wegen nach. Oeffnet man den Unterleib, so fühlt man deshalb auch den Herzstoß eben so gut am Zwerchfelle, als äußerlich zwischen den Rippen.

Legt sich ein Mensch wagerecht hin und dreht sich dann auf die linke und auf die rechte Seite, so fühlt man in jener Stellung den Herzschlag am deutlichsten und in dieser am schwächsten. Er schwindet sogar in einzelnen Personen in dem letzteren Falle seinem größten Theile nach. Diese Thatsache bildet eine der Hauptschwierigkeiten, die der eben vorgetragenen Ansicht entgegenstehen.

953 Tritt Luft in das Innere der Brusthöhle, so daß sie sich, wenn auch nur in einer dünnen Schicht, zwischen dem Herzen und der Brustwand eindrängt oder in den Herzbeutel gelangt, so muß der Herzstoß hinwegfallen. Kiwisch [2]) giebt auch an, daß dieses in seinen, vorzüglich an Lämmern angestellten Versuchen der Fall war. Das Klopfen kehrte nicht wieder, wenn man selbst das Thier in eine solche Lage brachte, daß sich das Herz der Brustwand näherte.

954 Herztöne. — Legt man das Ohr an die linke Seite der Brustwand, so hört man zwei auf einander folgende Töne während der Dauer des Herzschlages. Man untersucht häufig diese Erscheinung mittelst des Hörrohrs oder des Stethoskopes. Ein hohler Holzcylinder *a*, Fig. 124., läuft nach unten in *b* trichterförmig aus. Sein oberes Ende trägt eine angeschraubte Elfenbeinplatte *ef*, auf der das Ohr zu ruhen kommt. Der untere Ausläufer *cd* wird auf die Brust aufgesetzt. Ein kleiner Kegel *abcd*, Fig. 125., kann in den Trichterraum von *b* eingeschaltet werden. Er ist in seiner Mitte von einer Cylinderhöhle durchbohrt, dessen Breite *ab* der Höhlung von *a*, Fig. 124., gleicht. Ein und derselbe Hohlraum durchsetzt daher dann das Ganze.


Fig. 124. Fig. 125.



So häufig man auch das Hörrohr anwendet, so gewährt doch sein Gebrauch keine wesentlichen

[1]) F. Kiwisch von Rotterau, in der Prager Vierteljahrschrift. Bd. I. Prag, 1846. Seite 143—156.
[2]) Ebendaselbst, S. 154.

Vortheile. Man bedient sich seiner mehr der Bequemlichkeit und des Anstandes als anderer Zwecke wegen.

955 Der Klang der beiden Herztöne wechselt oft in verschiedenen Menschen und selbst in einem und demselben Individuum. Der erste ist im Allgemeinen dumpfer und tiefer und dauert etwas länger, als der zweite höhere und hellere. Dieser folgt so gut wie unmittelbar auf jenen. Ein kleines Zeitintervall, das oft sehr unbedeutend ist, in der Regel jedoch bemerkt werden kann, drängt sich zwischen den zweiten und der nachfolgenden Wiederholung des ersten Tones.

956 Legt man das Ohr an die Brust eines gesunden Menschen, so vernimmt man meist beide Töne bis zur Grenze des Halses hinauf. Man hört sie rechts und links bis etwas über eine Linie, die man sich von der Mitte der Achselhöhle senkrecht herabgezogen denkt. Fehlten die mit Luft gefüllten Lungen, so würde wahrscheinlich die Tonbildung an dem ganzen Umfange der Brust wahrzunehmen sein. Der Einfluß dieser Organe läßt sich unmittelbar nachweisen. Legt man das Ohr links von dem Brustbeine auf und läßt den Menschen auf ein gegebenes Zeichen tief einathmen, so hört man die Töne undeutlicher oder vermißt sie selbst gänzlich. Der Herzschlag selbst wird hierdurch nicht in gleichem Grade geschwächt. Es pflanzen daher die mit Luft gefüllten Lungenzellen die Herzgeräusche unvollkommen fort.

957 Der erste Ton wird in der Gegend des Herzstoßes und in dessen Nachbarschaft am deutlichsten vernommen. Die günstigste Stelle des zweiten ist links neben dem Brustbeine in der Höhe der dritten bis vierten Rippe gelegen. Der erste Ton tritt hier zu gleicher Zeit seiner Stärke nach in verhältnißmäßig merklicher Weise zurück.

Fig. 126.

e f a b c d

958 Will man die Beziehungen dieser Tonbildungen zu den einzelnen Thätigkeitsarten des Herzens kennen lernen, so muß man dieses in lebenden Thieren oder in eben getödteten Geschöpfen, in denen die künstliche Athmung unterhalten wird, bloß legen. Die untere Ausgangsöffnung des Hörrohres *c d*, Fig. 126., dessen man sich in diesem Falle bedient, wird am Besten mit einer überfirnißten thierischen Haut geschlossen.

959 Gebraucht man größere Säugethiere, so überzeugt man sich, daß der erste Ton mit der Systole der Kammern zusammenfällt und so lange, wie diese dauert. Der zweite kommt am Anfange der Diastole zum Vorschein und währt, wie es scheint, kürzere Zeit, als diese. Jener ist in der Gegend der Ventrikel, dieser dagegen in der Nähe der Querfurche des Herzens oder der Ursprungsstellen der großen Schlagadern am deutlichsten. Die Oertlichkeitsverhältnisse, die sich an dem lebenden Menschen kundgeben (§. 956.), erhärten das Gleiche für diesen.

Alle Erscheinungen weisen darauf hin, daß wir es hier mit sogenannten Ventiltönen zu thun haben. Die metallenen Kegel- und Klappenventile, die in technischen Vorrichtungen angebracht sind, lassen häufig bei ihrem

Schlusse Tonbildungen hören. Erwägen wir aber, wie leicht gespannte thierische Häute in Schwingungen versetzt und wie gut diese durch flüssige und feste Leiter fortgepflanzt, durch dazwischen liegende Luftschichten dagegen geschwächt werden, so müssen uns schon diese Verhältnisse zu der Ansicht führen, daß die Herzklappen die Herztöne wesentlich bedingen.

Da der erste Ton mit der Zusammenziehung der Kammer zusammenfällt, die venösen Klappen aber zu dieser Zeit durch das gegen ihre Segel getriebene Blut gespannt werden, so können wir in ihnen der eben entwickelten Vorstellung gemäß den Grund des ersten Tones suchen. Fällt aber der zweite Ton in den Anfang der Erschlaffung der Ventrikel, so vermag die Stellung der halbmondförmigen Klappen der Lungenarterie und der Aorta als Erreger desselben angesehen zu werden. 960

Die vielen Versuche, die in dieser Hinsicht angestellt worden, liefern der Natur der Sache nach keine entscheidenden Resultate. Man hört in diesem Falle den zweiten Ton an den Anfängen der großen Schlagadern am deutlichsten und vermißt seinen gewöhnlichen Klang in dem lebenden Geschöpfe, so wie man die halbmondförmigen Taschen in naturwidrige Verhältnisse bringt. 961

Eine eigenthümliche Tönung, das sogenannte Muskelgeräusch, begleitet die Zusammenziehung der Muskelfasern des unversehrten Körpers. Verengern sich die bedeutenden Muskelmassen der Ventrikel, so wird in ihnen dieselbe Tönung nach der Voraussetzung vieler Schriftsteller hervortreten. Dieser Umstand bewog manche Forscher, den Grund des ersten Herztones nicht sowohl in den venösen Klappen, als in der Veränderung der Kammermuskeln zu suchen. Man hörte noch einen Ton an dem blutleeren Herzen oder wenn man den Finger in die venöse Mündung der linken Kammer einführte und den rechten Ventrikel zusammendrückte [1]) und folgerte hieraus, daß die Thätigkeit der Klappen in dieser Hinsicht einflußlos sei. Die Tönung aber, welche die bloße Herzzusammenziehung begleitet und das Muskelgeräusch überhaupt klingen anders, als der erste Herzton. Die Angabe, daß sich dieser in dem blutleeren Herzen erhalte, bestätigt sich wenigstens nicht für kleinere Thiere, wie Kaninchen. Man hört dann in der Regel gar kein Geräusch oder einen nur schwachen Ton, der keine Aehnlichkeit mit dem ersten Tone des lebenden Geschöpfes darbietet. Der Versuch, die venösen Mündungen zu verschließen, kann zu keinen sicheren Beweisen führen. Die Theile, welche die Oeffnungen verstopfen, sind selbst elastisch. Die Tönung wird daher immer bleiben und sich nur ihrer Stärke oder ihrem Klange nach von dem regelrechten ersten Herztone unterscheiden. 962

Die zahlreichen, über die Herztöne aufgestellten älteren Ansichten finden sich in: J. Bouillaud, Traité clinique des maladies du coeur. Tome I. Paris, 1835. 8. pag. 103—138 und A. Raciborski, Nouveau manuel complet d'auscultation et de percussion ou application de l'acoustique ou diagnostique des maladies. Bruxelles. 1835. 12. p. 160—178. Die neueren Mittheilungen sind Repertorium, Bd. II. S. 202. III. Seite 254. IV. S. 326 und 347. VII. S. 429 angegeben. Eine Reihe von ihnen stellen auch

[1]) Kürschner, a. a. O. S. 99.

J. Skoda, Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien, 1842. 8. S. 166 fgg. und Kürschner, a. a. O. S. 95 fgg. dar.

Betrachten wir die einzelnen Verhältnisse, die man zur Erklärung der Herztöne zu Hilfe gezogen hat, so verstärkt zwar:

1) Der Herzstoß die erste Tönung; er bildet jedoch nicht den ursprünglichen Grund der ganzen Erscheinung. Ein einfacher Versuch kann uns hiervon überzeugen. Ein Kaninchen, das leicht in Angst geräth, bietet sehr rasch auf einander folgende Herztöne dar. Das mühlenartige Klappern wiederholt sich auch bei der stethoskopischen Beobachtung. Hat man sich die gesunden Tonbildungen eingeprägt, so tödtet man das Thier durch einen Schlag in den Nacken, leitet die künstliche Athmung ein und öffnet die Brusthöhle. Klopft das Herz lebhaft, so hört man die beiden Töne wieder. Man bedient sich hierbei am Besten eines Hörrohres, dessen unterer, 2½ Centimeter im Durchmesser haltender Ausgang durch ein überfirnißtes Stück Blase geschlossen ist.

2) Setzt man das Stethoskop auf die Gegend des zweiköpfigen Armmuskels und läßt den Vorderarm biegen, so entsteht ein Geräusch, wie es ungefähr das Falten von Papier oder Leder begleitet. Aehnliche Erfahrungen lassen sich an den Bauchdecken und anderen verkürzbaren Theilen machen. Mag nun die Tönung mit der Zusammenziehung der Muskeln, oder mit den gleichzeitig stattfindenden Reibungsverhältnissen zusammenhängen, so bleibt so viel gewiß, daß sie keine Aehnlichkeit mit dem ersten Herztone darbietet.

3) Viele Forscher können sich nicht des Gedankens entschlagen, daß das Einschießen des Blutes in eine neue Höhle mit einer Tönung verbunden sein müsse. Man dachte dabei vorzugsweise an das Zischen, das den Austritt eines aus einer Spritze hervorgetriebenen Wasserstrahles begleitet. Der Schall kann aber nur in diesem Falle hervortreten, wenn Luft nebenbei vorhanden ist. Ein Versuch vermag uns diese Bedingung unmittelbar zu versinnlichen.

Man bindet an einem Ende ein Darmstück eines größeren Säugethieres, wie eines Pferdes zu, füllt es in mäßigem Grade mit Wasser und befestigt das mit einem Hahne versehene Ansatzstück einer mit Wasser versehenen Injectionsspritze in dem anderen Ende. Man treibt nun alle Luft, die noch in dem Darmstück enthalten ist, auf das sorgfältigste durch die eingebundene Röhre aus, sorgt dafür, daß weder diese, noch die Spritze Atmosphäre enthält und preßt hierauf einen Wasserstrahl in das Darmrohr. Es läßt sich nie der geringste Ton wahrnehmen, man mag langsam oder schnell, viel oder wenig einspritzen. Enthält dagegen das Wasser eine geringe Menge von Luftblasen, so hört man auf der Stelle das Zischen, wie es die Feuerspritzen im Großen darbieten.

Da das Blut keine Gasblasen führt und das Herz bloße tropfbare Flüssigkeiten fortstößt, so kann keine Tönung auf dem eben geschilderten Wege zu Stande kommen.

4) Die Reibung des Blutes gegen die Innenwände des Herzens ist ebenfalls nicht im Stande, Geräusche zu veranlassen. Lassen wir Wasser auf den faltigen Oberflächen des Herzens oder Darmes dahingleiten, so erzeugt sich kein Reibungsgeräusch.

5) Bilden sich auch Wellen, die in den Schlagadern fortgehen, in dem Augenblicke der Kammersystole, so haben sie doch nichts mit den Herztönen gemein. — Nur die später zu erwähnenden Arteriengeräusche hängen mit ihnen zusammen.

6) Die wahrscheinlich richtige Vorstellung, daß die Herztöne Ventiltöne der größeren Klappen sind, setzt voraus, daß die Blutmasse, welche gegen die Segelventile der venösen Mündungen und die Taschen der halbmondförmigen Klappen aufschlägt, Schallwellen erzeugt. — Man kann sich die Richtigkeit dieser Annahme durch folgenden Versuch versinnlichen.

Hat man ein Darmstück des Pferdes an einem Ende zugebunden, so füllt man es in mäßigem Grade mit Wasser, treibt alle Luft auf das Sorgfältigste aus und bindet hierauf ebenfalls das andere Ende zu. Das Ganze kommt auf ein weiches Handtuch, um alle Nebentöne, die das starke Anschlagen an benachbarte feste Körper bedingt, zu vermeiden. Setzt man nun das Hörrohr an dem einen Ende auf und läßt das Wasser von einem Gehilfen, der an dem anderen Ende leise drückt, übertreiben, so hört man ein Geräusch, das mit dem ersten Herztone in hohem Grade übereinstimmt. Enthält dagegen das Wasser einzelne Luftbläschen, so wird die Tönung unrein und der sonst so überraschende Versuch mißlingt. Untersucht man die Wandungsstellen, an denen die Flüssigkeit dahingleitet, nicht aber anschlägt, so läßt sich kein Geräusch wahrnehmen.

Diese Erfahrung und der Unterschied des Muskelgeräusches von dem ersten Herzton unterstützen die Ansicht, daß dieser von den Segelventilen und nicht unmittelbar von der Zusammenziehung der Kammerwände abhängt.

Versuche an todten Herzen führen fast nie zu vollkommen befriedigenden Ergebnissen. Hatte ich ein frisches Kalbsherz auf die Fig. 114. abgebildete Weise vorbereitet und ahmte die Systole und Diastole der Kammer nach, so hörte man zwar entsprechende Tonbildungen. Sie fielen aber fast nie rein aus, weil man es in der Regel nicht verhüten konnte, daß sich Luftbläschen dem Wasser beimengten. Setzte ich das Hörrohr auf die Gegend der halbmondförmigen Klappen der Lungenschlagader oder der Aorta, so hörte man häufig kein besonderes Geräusch während der Kammersystole. Es gelang jedoch bisweilen, einen bloßen schwirrenden Ton bei dem Einschießen und einen hellen bei dem Zurücksinken der Wassersäule und im Augenblicke der Stellung der halbmondförmigen Klappen wahrzunehmen. Machte man aber diese unthätig, indem man die in die Schlagader eingebundene Glasröhre bis in den Kammerraum einschob, so fehlte die zweite Tönung. Der erste blieb dann ebenfalls (der Starrheit der Glaswände wegen) aus, oder wurde schwächer blasend. Ging mehr Luft mit durch, so erinnerte er in vieler Hinsicht an das Geräusch des Strahles einer Feuerspritze. Setzte man das Hörrohr in der Gegend der venösen Klappen auf, so vernahm man das Anschlagen des Wassers sehr deutlich. Zerstörte man die Segelventile und hielt die Mündungen zu, so blieb die Tönung. Sie schwächte sich aber bisweilen unter diesen Verhältnissen.

963 Betrachtet man die Herztöne als Ventiltöne, so muß natürlich ursprünglich jeder derselben aus zwei Geräuschen hervorgehen. Denn das linke Herz liefert eben so gut seine Tonbildung, als das rechte. Da beide venösen Klappen und eben so die halbmondförmigen Taschen zu einer und derselben Zeit spielen, so hören wir die zwei Geräusche als eines. Es wäre aber denkbar, daß man bald den Ton des rechten Herzens und bald den des linken deutlicher wahrnähme, je nachdem man die Herzgegend an jener oder dieser Seite untersucht. Es ist mir jedoch nie möglich geworden, Unterschiede der Art an gesunden Menschen mit Sicherheit zu verfolgen. Skoda scheint in dieser Hinsicht eher zu positiven Resultaten gelangt zu sein.

964 Ist eine Klappe fehlerhaft, so daß sie eine andere Tonbildung, als ihr Gegenstück erzeugt, so hört man oft ein Nebengeräusch außer dem Hauptttone. Es kann hierbei vorkommen, daß der eine oder der andere Ton nach Verschiedenheit der untersuchten Stellen der Brust deutlicher hervortritt.

965 Krankhafte Verhältnisse der Herzzusammenziehung, eine zu geringe Nachgiebigkeit der Klappen, fremde Absätze, Ausschwitzungen und andere Formfehler erzeugen häufig verschiedenartige Blasebalg-, Schabe-, Sägen- oder Feilgeräusche, die bisweilen zur Erkenntniß des Leidens benutzt werden, nicht selten jedoch auch irre führen. Ist der Herzbeutel mit festen Ausschwitzungsmassen gefüllt, so entstehen leicht Reibungsgeräusche, die ein geübtes Ohr von den gewöhnlichen Herztönen bald unterscheidet.

966 Massenverhältnisse der beiden Herzhälften. — Da die Verkürzung der Muskelfasern der Vorkammern und der Kammern die Druckkraft, mit der das Blut fortgetrieben wird, bestimmt, so müssen die einzelnen Muskelmassen den Widerständen, die sie zu überwinden haben, entsprechen. Die Zahl der Muskelfasern erzeugt, wie wir in der Bewegungslehre sehen werden, die Fähigkeit, einer gewissen Last das Gleichgewicht zu halten; die Länge dagegen die Verkürzungsgröße, deren ein

Muskel fähig ist. Die Richtung, in der die Fasern verlaufen, kann die mechanischen Bedingungen ihrer Wirkung begünstigen

967 So sehr man sich auch bemüht hat, die Faserung des Herzens zu verfolgen, so wenig ist es bis jetzt gelungen, ein klares Bild der Anordnung der wirksamen Muskelbündel zu erhalten. Betrachten wir die Kammern, so muß es als das Natürlichste erscheinen, sie als zwei aneinandergefügte Säcke, die in der Scheidewand auf das Innigste verbunden sind, anzusehen. Da der linke Ventrikel, wie wir bald sehen werden, weit mehr Muskelmasse als der rechte enthält, so wird auch ein größerer Theil das Septum auf jenen, als auf diesen kommen. Die Erfahrung entspricht im Allgemeinen diesem Verhältnisse. Die innersten Schichten beider Kammern setzen sich nach Theile[1]) ununterbrochen auf die Scheidewand fort. Während aber noch die drei mittleren des linken Ventrikels in sie eintreten, läßt sich in sie nur ein Theil der Mittellage des rechten von dem hinteren Rande aus verfolgen.

968 Befreit man das Herz eines gesunden Menschen oder eines Säugethieres von allem anhaftenden Fette, schneidet die Vorhöfe dicht an der Querfurche los und theilt die Kammern so, daß man dicht an dem Rande der Scheidewand hinabgeht, so erhält man drei Stücke der Muskelmasse, die gesammte Seitenwand des rechten, die des linken Ventrikels und die Scheidewand. Entfernt man noch die anhaftenden Klappenstücke und die Sehnenfäden, die von den Warzenmuskeln und von einzelnen Netzbalken ausgehen und trocknet die von Blut gereinigten Massen sorgfältig ab, so findet man, daß sich die Wandung der rechten Kammer zu der der linken = 1 : 2 verhält. Diese beständige Verhältnißzahl gilt sowohl für das Gewicht als für den Umfang. Obgleich die Art des Durchschneidens, die beigemengten fremden Gewebe und der Durchfeuchtungsgrad der Massen Beobachtungsfehler veranlaßt, so übertrifft doch nicht die Abweichungsgröße 0,1 in der Mehrzahl der Fälle. Sie steigt seltener in gesunden Herzen auf 0,1 bis 0,3.

Anhang Nr. 44. Stellt man die Zahlen, die ich an 27 Herzen des Menschen und der Säugethiere erhalten habe, zusammen, so findet sich:

---

[1]) Theile, a. a. O. S. 37. 38.

Geschöpf.	Verhältniß der rechten zur linken Kammerwand								Zahl der Beobachtungen.
	dem Gewichte nach.				dem Volumen nach.				
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Abweichung des Mittel von 1:2.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Abweichung des Mittel von 1:2.	
Kaninchen .	1:2,11	1:8,94	1:2,00	0,00	—	—	1:20	0,00	5
Katzen . .	1:2,32	1:1,82	1:2,12	+0,12	1:2,18	1:1,87	1:2,03	+0,03	3
Hund . . .	1:2,03	1:1,94	1:1,99	−0,01	—	—	1:1,97	−0,03	3
Rind . . .	—	—	—	—	1:2,28	1:1,97	1:2,13	+0,13	2
Pferd . .	1:2,16	1:1,83	1:1,99	−0,01	1:2,13	1:1,86	1:1,97	−0,03	5
Schaaf . .	—	—	1:2,20	+0,20	—	—	1:2,25	+0,20	2
Schwein .	1:2,20	1:2,00	1:2,12	+0,12	—	—	—	—	3
Weißer Fuchs	—	—	—	—	—	—	1:2,06	+0,06	1
Kleiner Bär	—	—	1:1,95	−0,05	—	—	—	—	1
Mensch . .	1:2,08	1:205	1:2,07	+0,07	1:2,06	1:2,03	1:2,05	+0 05	2

Die im Anhange Nro. 44. gegebene Tabelle lehrt ferner, daß die Verhältnißzahlen in 27 Fällen, in denen 19 Gewichts- und 14 Volumensbestimmungen vorgenommen wurden, 19 Mal um weniger, als 0,1 und 9 Mal um 0,1 bis 0,2 abwichen. Der Unterschied lag nur in 4 Fällen zwischen 0,2 und 0,3 und in einem zwischen 0,3 und 0,4. Sehr große und fettreiche Herzen geben oft bedeutende Beobachtungsfehler aus leicht erklärlichen Gründen.

Ziehen wir das Mittel aus allen 27 Herzen, so erhalten wir 1 : 2,045 für die Gewichts- und 2,042 für die Volumensbestimmungen.

Die Werthe der Herzscheidewand wechseln natürlich sehr, weil sich in ihr alle Unrichtigkeiten der Theilung am stärksten ausdrücken müssen. Sie nähern sich in der Regel in den gut durchschnittenen Herzen den Zahlen der rechten Kammerwand in bedeutenderem Grade, als denen der linken.

Trocknet man die einzelnen Herzabschnitte, so erhält man nicht genau, wie sich von selbst versteht, die früheren Verhältnißwerthe. Die Abweichungen, die hierbei bald positiv, bald negativ werden, sind aber so gering, daß sie nicht das Hauptgesetz der gegenseitigen Proportionen irgendwie ändern. Es gilt daher für die frische Masse und den dichten Rückstand [1]).

Die Bestimmung der gegenseitigen Massenverhältnisse der rechten und der linken Kammerwände kann auch zu pathologischen Versuchen benutzt werden. Man hat nämlich nie einen sicheren Maaßstab, wenn man ein krankes Herz im Ganzen beurtheilen will, weil dieses Organ in hohem Grade in verschiedenen Personen wechselt. Weiß man dagegen, um wie viel die gegenseitigen Verhältnisse der Ventrikelwände in gesunden Herzen abzuweichen pflegen, so läßt sich eher beurtheilen, ob in einem Falle die eine Herzhälfte ein krankhaftes Uebergewicht hat, oder nicht.

Beobachtungen, die ich an 14 kranken Herzen des Menschen anstellte, deuten darauf hin, daß hier beträchtliche Abweichungen von den regelrechten Verhältnißzahlen häufiger, Anhang Nr. 45.

[1]) Siehe das Nähere in Canstatt und Eisenmann, Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin in allen Ländern im Jahre 1844. Bd. I. Erlangen, 1845. 4. S. 160 fgg.

als es dem äußeren Ansehen nach erscheint, vorkommen können. Die rechte Kammer hat meist in Krankheiten, die mit Unordnungen des Lungenkreislaufes verbunden sind, das Uebergewicht. Die Verhältnißzahlen schwankten zwischen 1:0,9 bis 1:1,8. Man findet jedoch auch einzelne Lungenschwindsüchtige, deren Herz keinen Unterschied der Art darbietet. Ich stieß z. B. ein Mal auf eine Proportion = 1 : 2,05 und in anderen Fällen auf 1:1,10 bis 1:1,8. Menschen, die an Typhus, an Knochenleiden des Schienbeins, an Tuberkelbildung des Bauchfells oder nach der Ausrottung eines Markschwammes des Oberkiefers gestorben waren, zeigten Verhältnisse, die zwischen 1:1,91 und 1:1,99 lagen, mithin nicht von der Norm abgingen.

969 Die gegenseitigen Beziehungen der Vorhöfe lassen sich schwerer ermitteln, weil hier keine scharfen Grenzen zwischen der Seitenwand und den Scheidewänden vorhanden sind und der Herzbeutelüberzug nebst den übrigen fremdartigen Geweben beträchtlichere Mengen in Verhältniß zu den Muskelbündeln ausmachen. Suchte ich die Werthe an einem Erhängten und einer 41jährigen Frau zu bestimmen, so ergab sich 1:1,4 bis 1:1,5, d. h. eine Proportion, die eben so gut, als 2:3, wie als Quadratwurzel von 1 zu Quadratwurzel von 2 (nämlich = 1,414) gedeutet werden kann. Zieht man das Mittel aus 5 Bestimmungen, von denen eine dem Hunde und eine dem Schaafe entnommen sind, so erhält man 1 : 1,42. Das rechte Herzohr eines Erhängten betrug ungefähr $^1/_5$, das linke $^1/_6$ — $^1/_7$ des entsprechenden Vorhofes.

Anhang Nr. 46.

970 Es kann kein bloßer Zufall sein, daß die Seitenwände der linken Kammer doppelt so viel wiegen und den zweifachen Rauminhalt der Begrenzungen der rechten einnehmen. Erwägt man, daß wahrscheinlich die Scheidewand der beiden aneinandergefügten Säcke proportional vertheilt ist, so läßt sich hiernach annehmen, daß die linke Kammer doppelt so viel Muskelmasse, als die rechte führt.

971 Diese Vertheilung der wirksamen Gewebe muß den Widerständen, die das gepreßte Blut überwunden hat, entsprechen. Es wäre möglich, daß die Druckkraft eines Ventrikels in höherem Grade begünstigt ist. Tritt aber dieser Fall nicht ein — eine Sache, die sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden läßt — so muß sich der Widerstand so vertheilen, daß $^1/_3$ auf den kleinen und $^2/_3$ auf den großen Kreislauf kommen. Die über die kranken Herzen angestellten Untersuchungen lehren, daß dieses Verhältniß in hohem Grade gestört zu sein vermag, ohne daß dadurch das Leben aufgehoben wird.

Die Frage ließe sich entscheiden, wenn es möglich wäre, die Spannung des Blutes in der Lungenschlagader und der Aorta zu bestimmen. Denn jene müßte dann, wenn die Querschnitte der Anfangstheile dieser beiden Gefäße gleich sind, die Hälfte von dieser betragen. Da aber kein Versuch der Art an dem lebenden Thiere angestellt werden kann und die Unterhaltung der künstlichen Athmung eine Reihe unregelmäßiger Verhältnisse im glücklichsten Falle nach sich zieht, so wird vielleicht nie die Frage mit unzweifelhafter Gewißheit erledigt werden.

2. Die Schlagadern.

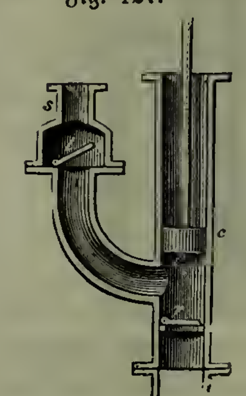
972 Elasticität der Arterien. — Die Blutsäulen, die in den geschlossenen Röhrenleitungen des Gefäßsystems enthalten sind, empfangen mit jeder Systole der Kammern einen bestimmten Druck, der von der Kraftgröße der Zusammenziehung der Ventrikel abhängt. Die Flüssigkeit, die früher in ihnen enthalten war, wird mit einer gewissen Gewalt eingepreßt

und sucht die vor ihr liegenden Blutmassen weiter zu schieben. Die Wirkung äußert sich mithin zuerst an den Ursprungsstellen der Lungenschlagader und der Aorta und pflänzt sich von hier aus ferner fort.

973 Der Druck, der von den Kammern ausgeht, läßt von Zeit zu Zeit nach. Er nimmt ungefähr, wie wir früher (§. 905.) sahen, die Hälfte der Dauer eines Herzschlags in Anspruch. Wir haben daher hier ein periodisches Triebwerk, wie es unsere Pumpen ebenfalls darbieten. Der regelrechte Blutlauf hört aber nichts desto weniger in keinem Augenblicke auf. Wir müssen deshalb vor Allem untersuchen, wie dieses möglich wird und welchen Nutzen eine solche Einrichtung dem Ganzen gewährt.

974 Versinnlichen wir uns wiederum die Erscheinungen an der Saug- und Druckpumpe, Fig. 127., so wird nur Wasser zu s austreten, wenn der Kolben p in dem Stiefel c niedergeht, das Ventil r verschließt und l dagegen öffnet. Tritt aber p in die Höhe, so wird r entlastet, l angelegt und Wasser aus a eingesogen. Der Flüssigkeitsstrahl ist während dieser Zeit in s unterbrochen.

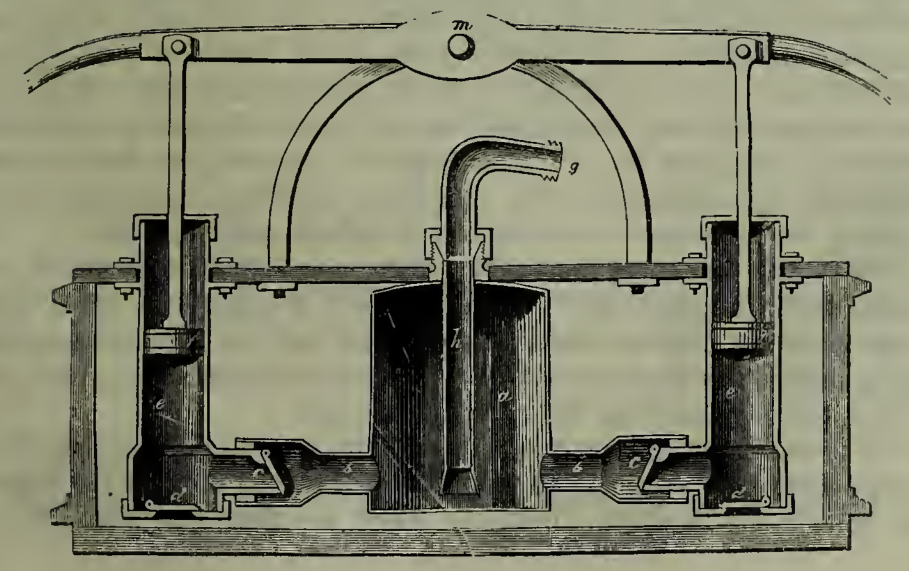
Fig. 127.



975 Hätten die Schlagadern starre Wände und dauerte die Kammerdiastole länger, als die Fortpflanzung des von der Systole herrührenden Stoßes, so müßte das Blut die gleichen Erscheinungen darbieten. Es würde eine Zeit lang fortgestoßen und ruhte dann, bis es ein wiederholter Druck in seiner Thätigkeit störte. Wir werden aber später sehen, daß nur Erscheinungen der Art im Todeskampfe oder unter anderen krankhaften Verhältnissen vorkommen.

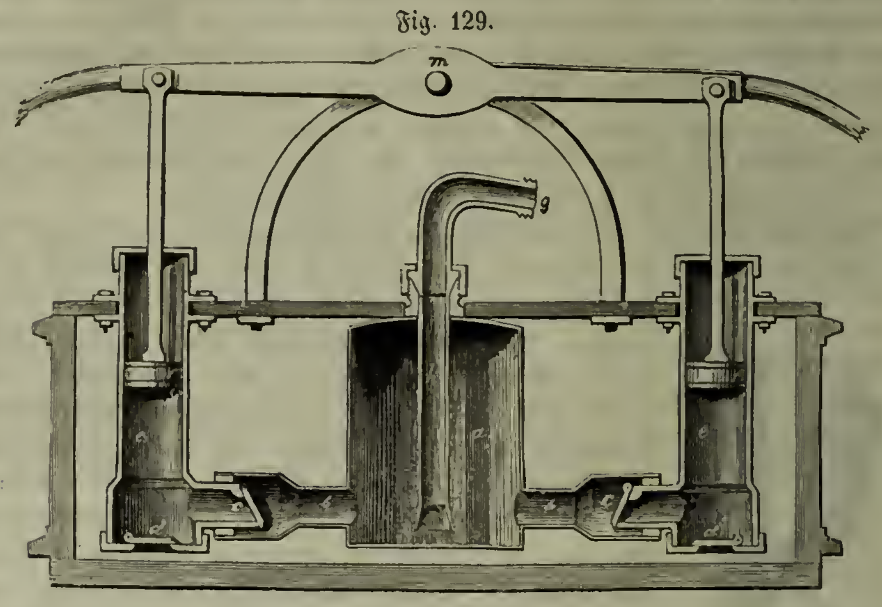
976 Die Elasticität der Schlagaderwände trägt dazu bei, Unterbrechungen des Blutlaufes zu beseitigen. E. H. Weber hat in dieser Hinsicht mit Recht die Thätigkeit der Arterien mit der des Windkessels der Feuerspritzen verglichen. Geht der eine Kolben f in die Höhe, so wird das Ventil d

Fig. 128.



gehoben und Wasser in *e* eingesogen. Tritt er hinab, so schließt der Druck *d*, öffnet *c* und treibt die Flüssigkeit durch *b* in den mit Luft gefüllten Windkessel *a*. Die hier befindliche Atmosphäre wird durch die übermäßig eingedrungene Wassermenge zusammengedrückt. Reicht nun *h* in das Wasser

Fig. 129.



hinein, so wird auch Wasser zu dem Schwanenhalse *g* austreten können, wenn selbst die Kolben *f* ruhen. Das zusammengedrückte Gas sucht sich wieder auszudehnen, bis es mit dem Drucke der äußeren Luft im Gleichgewicht ist. Die Flüssigkeit kann mithin noch durch *g* austreten, wenn selbst der unmittelbare Druck des Kolbens aufgehört hat. Die Feuerspritze wird eben durch ihren Windkessel zu einer Combination einer gewöhnlichen Druck- und Saugpumpe und eines Heronsbrunnen.

977 Etwas Aehnliches ereignet sich in den Schlagadern. Stellen wir uns die Sache in einfachster Form vor, so treibt die Systole der Kammern eine bestimmte Blutmasse in die gefüllten Arterien. Der Widerstand der schon vorhandenen Blutsäulen sucht es zu hindern, daß der ganze Druck als Geschwindigkeitshöhe zur Fortbewegung des Blutes verwendet wird. Dieses Bestreben wird durch die Elasticität der Schlagadern unterstützt. Sie geben nach und gerathen auf diese Weise in eine höhere Spannung. Hört der Druck auf, so suchen sie zu ihrem früheren Zustande, wie die Luft des Windkessels, zurückzukehren. Die Flüssigkeit unterliegt daher auch einer Pressung, wenn selbst die ursprüngliche Druckkraft aufgehört hat.

978 Man sieht leicht, daß starre Wände, die man sich als vollkommen unelastisch denkt, Vortheile der Art nicht bereiten. Die ganze Druckkraft wird in ihnen auf ein Mal als Geschwindigkeitshöhe und zur Ueberwindung der Durchgangshindernisse verwendet. Der austretende Strahl würde dann den Wechsel des Zustandes der Kammern wiederholen.

979 Der Blutstrom eilt in den größeren Schlagadern mit ungleicher Geschwindigkeit dahin. Seine Schnelligkeit vergrößert sich während der Systole und sinkt in der Diastole. Hört der Theil der Bewegung, der von der

Rückwirkung der Schlagaderwände stammt, früher auf, als eine neue Kammersystole dazwischen greift, so würden die Blutsäulen stocken oder selbst unter den geringsten Druckwirkungen zurückweichen. Das Herz müßte daher eine gewisse Kraftgröße mit Ueberwindung dieser nutzlosen Nebenverhältnisse verlieren. Die Elasticität der Schlagadern und der schnelle Eintritt einer zweiten Kammersystole erhält daher das Schlagaderblut in fortwährender Bewegung, vervollkommnet die Mechanik des Ganzen und erleichtert die Kräfte des Hauptwerkzeuges des Kreislaufes.

Ist eine Schlagader angeschnitten worden, so giebt sich die ungleiche Geschwindigkeit des Arterienblutes auf der Stelle zu erkennen. Der Strahl tritt stoßweise hervor. Er verstärkt sich während der Systole der Kammer und wird dann in einem weiteren Bogen hingeworfen. Diese Erscheinung kann jedoch nur ein unvollständiges Bild von dem, was in den lebenden Körpern vorgeht, liefern. Denn der freie Ausfluß in die Luft und die dann wirkenden Contractilitätsverhältnisse der Schlagadern ändern die hydraulischen Bedingungen in wesentlicher Weise. 980

Da die Arterien elastische Röhren bilden, so werden sie immer während der Systole Wellen, die sich unter den später anzugebenden Verhältnissen centrifugal fortpflanzen, erzeugen. Die Wirkungen, die hierbei zum Vorschein kommen, verwickeln sich in hohem Grade, weil der Abfluß in die feinsten Blutgefäßnetze ununterbrochen fortdauert, der Druck des Herzens und der Strom neuer Flüssigkeit dagegen periodisch aufgehoben wird. Bedenken wir aber, wie unsicher die hydraulischen Theorieen, die über den Durchfluß des Wassers durch starre oder biegsame Röhren aufgestellt worden, sind [1]), so kann es nicht befremden, wenn die viel schwierigeren Verhältnisse der lebenden Schlagader nur in unvollkommener Weise auf physikalische Gesetze zurückgeführt werden können. 981

Th. Young [2]) faßte schon die Erscheinungen, die an den Schlagadern vorkommen, als Wellenbewegungen auf, und suchte die Theoreme, die er über den Durchgang von Flüssigkeiten durch elastische Röhren aufgestellt hatte, auf die Arterien anzuwenden. E. H. Weber führte später diese Anschauungsweise allgemeiner ein.

Ausführliche Betrachtungen über die Wellenbewegungen elastischer Röhren und der Pulsadern giebt H. Frey in Müller's Archiv, 1845. S. 132 — 229.

Dehnung der Schlagadern. — Denken wir uns den vollkommen regelrechten Kreislauf, so wird ungefähr eben so viel Blut während der Dauer eines Herzschlages in die Capillargefäße abfließen, als die Kammerzusammenziehung in der halben Zeit (§. 905.) eintreibt. Die Entleerung der Schlagadern erzeugt abspannende Wellen, die zunächst von der Peripherie nach dem Herzen hin zurücklaufen. Da aber in der ersten Zeithälfte mehr eintritt als davongeht, so müssen die Spannungswellen die abspannenden übertreffen. Läßt der Druck des Herzens nach, so erzeugt die ela- 982

[1]) Vergl. G. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst. Thl. I. Königsberg, 1841. 8. S. 204 — 222.

[2]) Th. Young, in den Philosophical Transactions. For the Year. 1809. Part. I. London, 1809. 4. p. 11 fgg.

stische Wirkung der Schlagadern neue abspannende Wellen, die sich mit den Ausflußwellen kreuzen, sich hierdurch verstärken und endlich die Schlagader unmittelbar vor der zweiten Systole zu ihrem früheren Gleichgewichtszustande zurückführen.

983 Pflanzt sich eine Welle in einer elastischen Saite fort, so verliert sie immer mehr an Höhe und schwindet endlich gänzlich. Diese Erscheinung kann sich an einer mit Flüssigkeit gefüllten elastischen Röhre wiederholen. Kommen hier noch Reibungs- und Adhäsionswiderstände hinzu, theilt sich die Röhre häufig unter mannigfachen Winkeln, macht sie oft Biegungen und geht ihre Flüssigkeit aus einem engeren in ein weites Flußbett über, so wird dann die Welle um so eher aufgezehrt.

984 Die meisten dieser Bedingungen kehren in dem Gefäßsysteme wieder. Fehlt auch wahrscheinlich die Reibung, wie wir später sehen werden, so gut als gänzlich, so greifen doch die übrigen erwähnten Verhältnisse wesentlich durch. Die Spannungswellen schwinden daher in regelrechtem Zustande um so mehr, je näher man zu den Capillaren kommt.

985 Legt man eine lebende Schlagader bloß, so fallen häufig nicht die Veränderungen, welche die Kammersystole begleiten, ins Auge. Es gelingt aber bisweilen, sich auch unmittelbar durch das Gesicht von einzelnen der hier in Betracht kommenden Erscheinungen zu überzeugen.

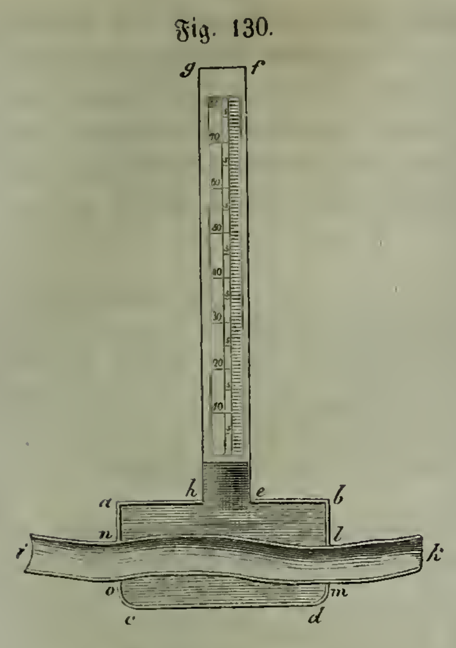
986 Der Bau der Schlagadern lehrt, daß die elastischen Faserelemente der Länge und der Quere nach verlaufen. Da beide nicht gleich vertheilt sind, so wird auch die Dehnung den einen Durchmesser in höherem Grade, als den anderen ändern. Vergrößert sich der Umfang der cylindrisch gedachten Arterie um einen bestimmten Rauminhalt und stellt man sich diese Zunahme als einen kleineren Cylinder vor, so tritt in der Berechnung sein Durchmesser als quadratischer und seine Länge als einfacher Werth auf. Soll nun diese eben so viel zur Raumvergrößerung als jene beitragen, so muß ihre Veränderung stärker in die Augen fallen.

987 Legt man cylindrische Gefäße, wie die Carotis, an einem lebenden Thiere bloß, so bemerkt man oft, wie sie sich während der Kammersystole verrücken. Sind sie an beiden Enden befestigt, so zwingt sie ihre Verlängerung zu einer leichten Biegung. Verlaufen sie geschlängelt, so krümmen sie sich eben deshalb in stärkerem Maaße. Versuche, die an der todten Carotis des Hundes angestellt worden sind, deuten an, daß auch an und für sich die Dehnung in die Länge größer als die in die Quere ist.

Füllte ich ein Stück der linken Carotis eines Hundes mit Wasser, so betrug seine Länge 38,3 Mm., sein Durchmesser 5 Mm. und daher sein Volumen 0,75 C. C. Wurde dann das Wasser entleert und möglichst viel Quecksilber in das gleiche Stück eingegossen, so ergaben sich 47,8 Mm. für die Länge, 6 Mm. für die Breite und mithin 1,35 C. C. für den Rauminhalt. Dieser hatte also um $^4/_5$ zugenommen. Die Längenvermehrung machte ungefähr $^1/_4$ und die Durchmesservergrößerung $^1/_6$ des früheren Werthes aus.

988 Eine von Poiseuille zuerst gebrauchte Vorrichtung versinnlicht unmittelbar die Umfangsveränderungen der größeren Schlagadern, welche den

Fig. 130.



Wechsel der Kammerthätigkeit begleiten. Die Arterie *ik*, Fig. 130., wird zu diesem Zwecke in einem mit Wasser gefüllten Raum *abdc* vollständig eingeschlossen. Dieser aber steht mit einer graduirten Röhre *efgh*, in der die Flüssigkeit bis zu einer bestimmten Höhe aufgeschichtet ist, in Verbindung. Die Wassersäule steigt und sinkt dann abwechselnd, je nachdem das Schlagaderstück voller wird oder nicht.

Das Kästchen *abcd* besteht aus zwei Stücken, *al* u. *lc*, die in senkrechter Richtung zusammengeschoben werden können. Sie lassen dann die beiden für den Durchgang der Schlagader bestimmten Oeffnungen *lm* und *no* übrig. Will man die Vorrichtung für Hunde gebrauchen, so macht man *ab* 28 Millimeter und *bd* ungefähr 14 Mm. gleich. Die mit einer Skale versehene Glasröhre *ef* mißt 6,8 Mm. im Lichten und ist $1\frac{1}{2}$ bis 2 Decimeter lang. Man schließt vor dem Versuche das Kästchen, verschmiert die Ränder mit Talg oder mit weicher Injectionsmasse, die aus einer Mischung von Wachs und Talg besteht, hält die Oeffnungen *no* und *lm* mit den Fingern zu, gießt Wasser von *gf* aus ein, so daß es das Kästchen *ad* und die Röhre *af* vollständig füllt, und überzeugt sich, daß keine Flüssigkeit durchdringt und die Wassersäule ihre Höhe bei gutem Seitenverschlusse beibehält.

Ist dieses geschehen, so legt man am Besten die gemeinschaftliche Carotis des Hundes bloß. Man wählt vorzüglich dieses Gefäß, weil es keine Seitenzweige in einer längeren Strecke abgiebt. Hat man es mit dem stumpfen Messerstiele von allen Umgebungen getrennt, so schiebt man die untere Hälfte des Kästchens *do* unter die Carotis *ik*, setzt die obere *al* auf sie auf und verschmiert die Seitenränder von Neuem. Die Seitenöffnungen *lm* und *no* bieten die größten Schwierigkeiten dar. Man darf sie nämlich nicht so klein werden lassen, daß die Schlagader an ihren Durchgangspunkten eingeklemmt wird, weil man hierdurch nur unnatürliche Verhältnisse erhalten würde. Ist man aber auf diese Weise genöthigt, die übrig bleibenden Lücken mit weicher Einspritzungsmasse zu verschmieren, so muß man oft lange vergebliche Versuche machen, ehe man zum Ziele gelangt. Hat man wieder *ad* vollständig und die Röhre *af* bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt, so darf die Säule nicht stetig sinken und mit Schnelligkeit aus *hf* entweichen.

Die Höhe, um welche sie steigt, bildet den Grundwerth der Berechnung der Schlagadererweiterung. Die Raumvergrößerung gleicht nämlich dem Inhalte eines Cylinders, der den Querschnitt *gf* zur Grundfläche und den beobachteten Erhebungswerth zur Höhe hat. Kennt man den Rauminhalt des eingeschlossenen Schlagaderstückes *lmon*, so läßt sich jene Ausdehnung als ein Bruchtheil derselben wiedergeben. Man kann in dieser Beziehung das Volumen der Schlagader im Ganzen oder das der in ihm eingeschlossenen Blutsäule zum Grunde legen.

Anhang Nr. 17.

Gelingt auch der Versuch vollständig, so darf man nicht einen unvermeidlichen Nebenumstand aus den Augen lassen. Die Schlagader liegt nicht frei, sondern befindet sich unter einem bestimmten Wasserdrucke, dessen Größe die Höhe der in *af* vorhandenen Säule in bedeutendem Maaße vermehrt. Er muß der Ausdehnung der Arterie entgegenwirken. Die Werthe, die man erhält, werden auf diese Weise verkleinert. Eben so wenig läßt sich vermeiden, daß die Längenausdehnung der Schlagader, wenn auch nicht gehindert, doch wenigstens beeinträchtigt wird.

989 Es läßt sich erwarten, daß sich nicht alle Schlagadern um dieselbe verhältnißmäßige Größe ausdehnen werden. Der Grad ihrer Nachgiebigkeit, der Rauminhalt des Flußbettes, die vorangegangenen Theilungen und Krümmungen üben wahrscheinlich einen nicht unbedeutenden Einfluß auf das Ganze aus. Poiseuille fand $^1/_{23}$ an der Carotis des Pferdes und ich $^1/_{22}$ an der des Hundes. Borelli schätzte schon diesen Werth auf $^1/_{21}$ des Ganzen.

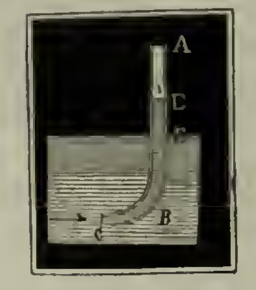
Der Rauminhalt des Schlagaderstückes, an dem Poiseuille seine Beobachtungen anstellte, glich 11440 Cubikmillimeter; der Durchmesser der Steigröhre 3 und die Erhebungshöhe 70 Millimeter. Die Länge des Arterienstückes betrug in meinem Versuche 28 Mm., der Durchmesser der lebenden gefüllten Carotis 6 Mm., der der graduirten Röhre 6,8 Mm. und die Erhebungshöhe 1 Mm. Der Wasserdruck, der auf der Arterie lastete, schwankte in den einzelnen Beobachtungen zwischen 20,5 und 42,3 Grm. Die Störungen, die an den Durchgangsöffnungen *lm* und *no*, Fig. 130., entstanden, ließen sich nicht ihren Zahlenwerthen nach angeben.

Will man den Rauminhalt der während der Diastole eingeschlossenen Blutsäule bestimmen, so stößt man deshalb auf Schwierigkeiten, weil sich nicht die Dicke der Arterienwand im Leben messen läßt. Sucht man aber diesen Werth nach dem Tode des Thieres aufzufinden, so wird die lebendige Zusammenziehung der Schlagadern, die lange anhält, oder die übermäßige Erschlaffung, welche sie zuletzt ablöst, Hindernisse bereiten. Man ist daher in dieser Hinsicht immer nur auf Schätzungswerthe angewiesen.

Nimmt man an, daß die Wanddicke der Carotis des lebenden Hundes $^1/_2$ Mm. beträgt, so ergiebt sich aus den obigen Werthen, daß sich die Blutsäule um $^1/_{15}$ im Augenblicke der Systole der Kammer vergrößert.

990 Druck des Schlagaderblutes. — Man hat sich bis jetzt auf dreierlei verschiedenen Wegen bemüht, den Druck oder die Stromkraft des Schlagaderblutes zu bestimmen. Alle Methoden, welche die verschiedenen Forscher anwandten, fußen auf den hydraulischen Grundlagen, nach denen die Brunnenmeister die Strömung des Wassers in Röhrenleitungen zu ermitteln suchen.

Fig. 131.

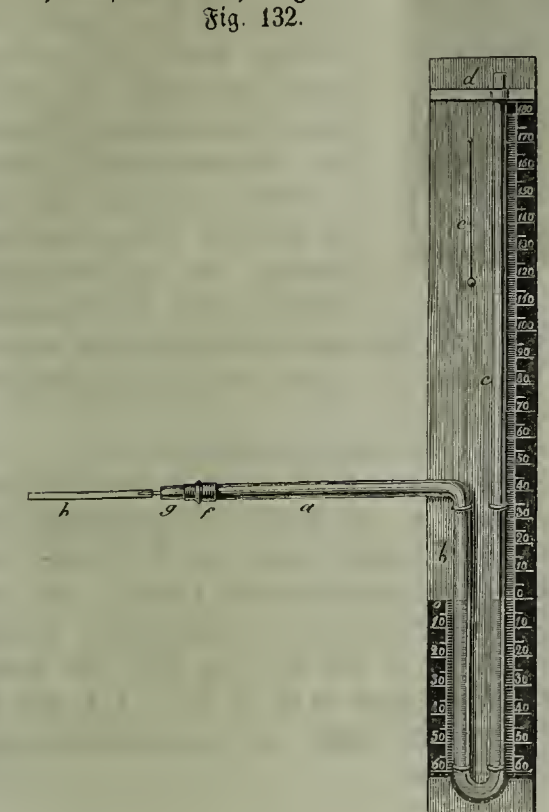


Denken wir uns, wir senken eine nach unten gekrümmte Röhre, *ABC*, Fig. 131., in fließendes Wasser so ein, daß die Mündung *C* der Richtung des Stromes gegenüberliegt, so wird die Flüssigkeit in *ABC* eindringen und sich um eine bestimmte Größe *DE* über dem Wasserspiegel *E* erheben. Läßt man die Nebenwiderstände außer Acht, so muß die Höhe *DE* die Größe des Stoßes oder der Geschwindigkeit des Wassers bestimmen. Eine solche Meßröhre wird in der Hydraulik mit dem Namen der Pitot'schen Röhre bezeichnet.

Hales bediente sich dieses einfachsten Verfahrens. Er schob einen gekrümmten Kupferansatz, der oben mit einer hinreichend langen Glasröhre versehen war, in die Schlagader ein. War ihre Mündung nach dem Herzen gerichtet, so erhob sich die Blutsäule stoßweise und stieg so lange, bis ihr hydrostatischer Druck dem der linken Kammer das Gleichgewicht hielt. Sie schwankte dann nur, wenn Alles gelang, insofern, als sich die Herzkraft selbst änderte. Die Gerinnung des Blutes und nicht selten auch die Reibungshindernisse, die

sich bei der Enge des Einsatzstückes erzeugen, stören jedoch häufig den Gebrauch dieser Vorrichtung.

Fig. 132.



Poiseuille stellte deshalb seine Beobachtungen mit einem Manometer, das man nach ihm den Blutkraftmesser oder das Hämadynamometer nennt, an. Enthält die Glasröhre *abc*, Fig. 132., so viel Quecksilber, daß es bei senkrechter Stellung des Ganzen die beiden Nullpunkte der Skale erreicht und wirkt die Stromkraft des Blutes von *h* aus durch *gfa* auf die in *b* befindliche Flüssigkeit, so wird sie in *b* sinken und in *c* steigen. Nehmen wir an, sie ginge in *b* bis 50 Millim. hinab und in *c* auf 50 Mm. hinauf, so muß der hydrostatische Druck, den die Stromkraft des Blutes ausübt, 100 Millim. betragen. Versinnlichen wir uns die Verhältnisse durch Fig. 133., so befindet sich das Quecksilber in *ab* und *cd* in hydrostatischem Gleichgewicht. Treibt es aber der Blutdruck bis *ef* hinab und bis *gh* hinauf, so muß er mit einer Kraft, die der Säulenhöhe *ie* entspricht, wirken. Aendert sich nicht der Durchmesser des Rohres, so wird *af* eben so groß wie *ch* sein und *ie* das Doppelte von *ae* oder *gc* betragen. Wir brauchen daher nur die Steighöhe des Quecksilbers, das in *c*, Fig. 132., enthalten ist, zu verdoppeln, um die gesuchte hydrostatische Druckgröße des Blutstromes zu finden.

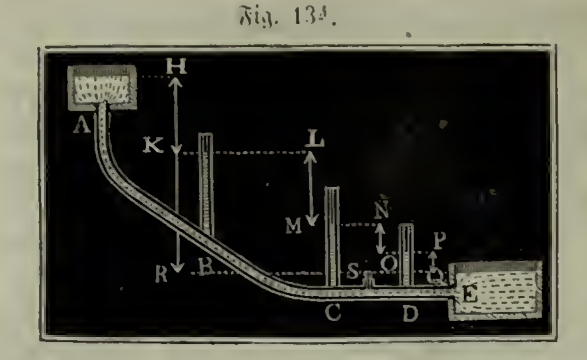
Fig. 133.

Da der Ansatz *g*, Fig. 132., des Blutkraftmessers in die aufgeschlitzte Schlagader eingeführt werden muß, so wird hierdurch die fernere Verbreitung der Blutmasse aufgehoben. Der Blutstrom arbeitet nur gegen die Quecksilbersäule des Manometers, dringt aber nicht, wie im regelmäßigen Zustande nach den Capillaren hin weiter vor.

Hales [1]) vermied schon diesen Uebelstand, indem er seine Röhre bei dem Hunde seitlich einsetzte und ein Piezometer wirken ließ. Ludwig und Spengler wiederholten dasselbe mit dem Blutkraftmesser.

[1]) C. Hales, Haemastatique ou la Statique des animaux. Traduit par de Sauvages. Genève, 1744. 4. p. 29.

Fig. 134.



Strömt Wasser aus dem Behälter *A*, Fig. 134., nach dem Gefäße *E*, so wird die Pressung durch die mannigfachen Widerstände der Zwischenröhren abnehmen. Fänden keine Nebenhindernisse Statt, so müßte der Druck, der auf den Wänden lastet, dem Unterschiede der ursprünglichen Druckhöhe und der Geschwindigkeitshöhe gleichen. Verzögern aber die Reibung, die Adhäsion und andere Verhältnisse den Fortgang des Stromes, so werden diese neuen Eingriffe größere Abweichungen bedingen (§. 208.).

Setzt man die Röhren oder die Piezometer *B*, *C* und *D* in die Seitenwände ein, so erreicht in ihnen nicht die Flüssigkeit verhältnißmäßig die gleiche Höhe. Die Säule *M C* steht relativ tiefer, wie *B K*, weil das Röhrenstück *B C* Reibungs- und Strömungshindernisse bereitet. Ist der Schieber *S* geöffnet, so wird das Wasser in *D* bis *P* emporsteigen. Drückt man ihn aber theilweise hinab, so kann es sich nur bis *O Q* des neuen Hindernisses wegen erheben. Die Unterschiede *O Q*, *P*, *M N*, *L K* und *H* werden daher die Druckverluste, die das Wasser bei seinem Durchgange durch die Röhrenleitung erleidet, angeben.

Fig. 135.



Der von Ludwig und Spengler gebrauchte Ansatz kommt in die Seitenwand der Schlagader. Ein Theil des Blutstromes geht in der Arterie *a*, Fig. 135., centrifugal fort; ein anderer dringt seitlich in der Bahn *i k* in den Blutkraftmesser vor und drückt auf die Quecksilbersäule. Betrachtet man aber diese als eine widerstehende Wand, so muß sie demselben Druck, unter dem das Blut centrifugal fortströmt, unterliegen. Wir haben gleichsam einen künstlichen Seitenzweig, gegen den die vorgetriebene Blutmasse anstößt.

Will man sich einen Blutkraftmesser anfertigen, so biegt man eine überall gleich weite Glasröhre zwei Mal, so daß sie einen wagerechten Schenkel *a* Fig. 136., einen kürzeren absteigenden *b*, und einen längeren aufsteigenden *c*, erhält. Sie wird dann senkrecht an einem passenden, mit einer Gradeintheilung versehenen Brette *d* befestigt und unten an ihrer Krümmung der Sicherheit wegen durch Pantoffelholz gestützt. Man bezeichnet am besten die Grade selbst in Millimetern, und zwar in der Ordnung, wie sie in Fig. 136. angegeben sind. Die absteigenden Skalen müssen jedoch über 60 hinausgehen und mindestens 100 Mm. umfassen. Ein Senkblei *e* kann nebenbei angebracht werden, um die richtige Stellung des Ganzen zu ermitteln.

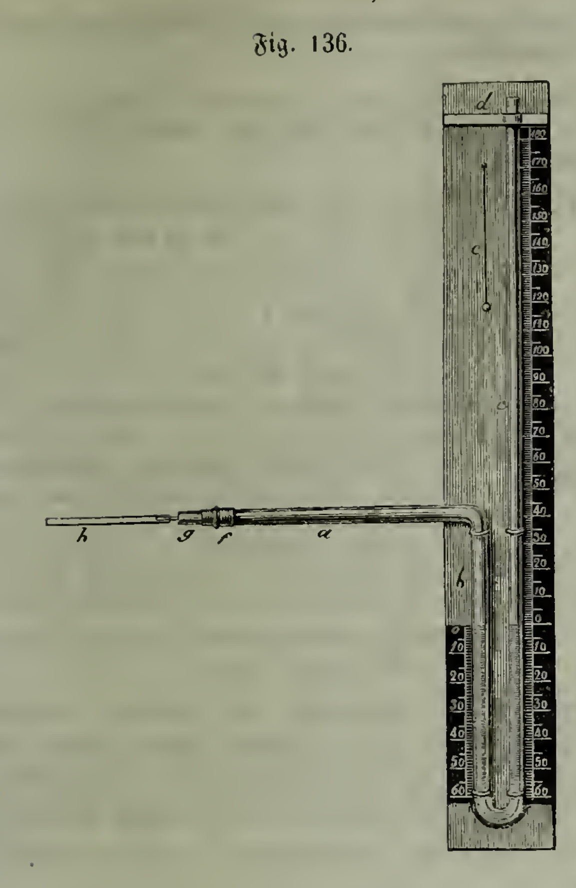


Fig. 136.

Poiseuille und Magendie verbinden den Ausgang der Röhre *a* mit einer Kupferröhre, die durch einen Hahn verschlossen werden kann. Die Starrheit des Ganzen führt aber dann manche Unbequemlichkeit bei dem Gebrauche mit sich. Man nimmt daher besser einen metallenen Ansatz *f*, an den verschiedene dicke Röhren *g* angeschraubt werden können. Ein elastischer Katheter kommt dann zwischen der Arterie *h* und dem Ansatze *gf*. Hat er hinreichend dicke Wände, so stört er nicht wesentlich die Fortpflanzung der Druckwirkung durch seine Elasticität, macht aber die Anwendung des Ganzen, seiner Biegsamkeit wegen, bequemer.

Ließe man unmittelbar das Blut von *h* aus in den Kraftmesser einströmen, so würde es bald gerinnen und die Röhren verstopfen oder wenigstens die Druckwirkungen verkleinern. Man bedient sich daher noch eines Zwischenmittels, das die Erstarrung verlangsamt. Das unterkohlensauere Natron, das Poiseuille zuerst anwandte, leistet diesen Dienst. Die Wärme der Flüssigkeit unterstützt ihn außerdem.

Hat man *b* und *c* bis zu den beiderseitigen Nullpunkten mit Quecksilber gefüllt, so versieht man *h*, *g*, *f*, *a* und den freien Theil von *b* mit einer erwärmten Lösung von unterkohlensauerem Natron und verschließt die Mündung von *h*. Man legt hierauf die Schlagader des lebenden Thieres bloß, und unterbindet sie an zwei möglichst entfernten Stellen, oder läßt diese von einem Gehilfen stark zusammendrücken. Man schlitzt den Zwischenraum auf, schiebt den wieder geöffneten Katheter rasch ein und bindet ihn, während ihn ein Gehilfe zusammendrückt, in die Arterie, und zwar in centripetaler Richtung ein.

Die über dem Nullpunkte von *b* befindliche Säule der Lösung von unterkohlensauerem Natron drückt natürlich auf das unter ihm befindliche Quecksilber. Es wird in *b* unter 0 sinken und in *c* über 0 steigen. Beträgt z. B. die Erhebung 4½ Mm., so wissen wir, daß der hydrostatische Druck der eingeschalteten Natronsäule 9 Mm. gleicht. Man ermittelt diesen Verbesserungswerth, der natürlich in der Folge in Rechnung gebracht wird, ehe der Gehilfe den Katheter *b* frei läßt

Strömt nun das Blut ein, so vermischt es sich mit der erwärmten Natronlösung und drückt auf das Quecksilber. Die in *c* befindliche Säule steigt und fällt abwechselnd um einen bestimmten Werth. Zieht man von ihm die Wirkung der Natronlösung ab, so hat man die halbe hydrostatische Pressung des Arterienblutes.

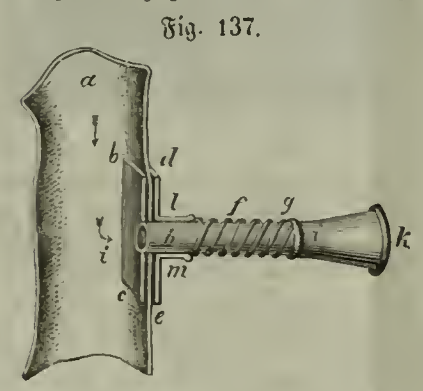
Da die Reibungs- und die Adhäsionswiderstände einen Theil der Druckkraft verzehren können, so hat man darauf zu sehen, daß nicht der Blutkraftmesser selbst erhebliche Hindernisse der Art bereitet. Die gebogene Glasröhre mißt 8,1 bis 8,8 Millimeter im Lichten in den von mir gebrauchten Vorrichtungen. Hat der elastische Katheter einen Durchmesser von 3,5 bis 4,0 Mm, so stört er nicht den Versuch. Ist er dagegen 3 Decimeter lang und gleicht nur sein Höhlendiameter 1,3 Mm., so fällt die gefundene Druck-

höhe kleiner, als sie wahrhaft ist, aus. Glasröhren von 2 Mm. Durchmesser bereiten ebenfalls schon wesentlich störende Widerstände.

Die Capillaritätserscheinungen lassen sich nicht gänzlich entfernen. Arbeitet man mit Quecksilber, so muß man immer die durch den höchsten Punkt des converen Spiegels gelegte Tangente zur Ablesung benutzen.

Fig. 137. zeigt den von Ludwig und Spengler gewählten Ansatz mit einigen Veränderungen, die ich an dem von mir gewählten Instrumente anbringen ließ. Ein rundes hohles Röhrchen *h*, Fig. 137., dessen Durchmesser 4 Mm. beträgt, trägt an einem Ende eine angelöthete Platte *bc*. Ein zweites kürzeres Röhrchen *lm*, das mit einer ähnlichen Platte *de*, versehen ist, umgiebt das erstere. *bc* und *de*, so wie *a* sind in Figur 137. der Deutlichkeit wegen im Durchschnitt gezeichnet. Eine spiralig eingerollte und hinreichend starke Feder *f* liegt zwischen *lm* und dem oberen Ansatzstücke *gk*. Das Letztere kommt entweder an ein Hahnstück oder an eine Gummiröhre, die mit dem Blutkraftmesser in Verbindung steht. Die Feder *f* drückt von selbst *de* an *bc* an.

Fig. 137.



Hat man die Schlagader *a* bloßgelegt und unterbunden oder zugehalten, so schlitzt man sie so auf, daß man *bc* einschieben kann, wenn *de* zurückgezogen worden. Läßt man *de* los, so wird es durch die Feder angedrückt. Der Schlitz darf natürlich nicht so groß sein, daß dann noch eine Spalte übrig bleibt. Die Vorrichtung, die Ludwig und Spengler gebrauchten, hat eine Schraube statt der Feder [1]). Der Schluß wird hierdurch verzögert, und man ist leicht in Gefahr, die Schlagaderwand zu stark zu drücken, oder selbst zu zerreißen.

Die zuletzt beschriebene Vorrichtung könnte noch benutzt werden, den Blutkraftmesser selbst überflüssig zu machen. Denken wir uns, ein luftdichter Stempel, der mit einem Fühlhebel in Verbindung steht, spielt mit möglichst geringer Reibung in *ik*, so braucht man nur die Thätigkeit des Fühlhebels zu beobachten und auf eine früher ermittelte Skale zurückzuführen, um die gesuchten Druckwerthe kennen zu lernen.

991 Man möchte auf den ersten Blick glauben, daß die Stromkräfte des Schlagaderblutes in gleichem Verhältnisse mit der Größe des Thieres wachsen und fallen werden. Hales und Sauvages [2]) bemerkten aber schon im vorigen Jahrhundert, daß in dieser Hinsicht das Pferd und der Hund und überhaupt die verschiedenartigsten Säugethiere ungefähr die gleichen Werthe darbieten. Die neueren Beobachtungen von Poiseuille, Magendie, mir und Ludwig und Spengler haben im Allgemeinen diesen Satz bestättigt.

Stellen wir die mittleren Druckwerthe, welche die größeren Schlagadern von Säugethieren in einzelnen neueren, zuverläßigeren Versuchen der Art ergeben haben, zusammen, so erhalten wir:

---

[1]) Müller's Archiv. 1844. Taf. II. Fig. 6.
[2]) Hales, a. a. O. p. 2 und 28.

Thier.	Gewöhnlicher Druck in Millimeter Quecksilber nach:			
	Poiseuille.	Magendie.	mir.	Ludwig und Spengler.
Pferd	161	—	—	150 — 190
Rind	161	—	—	—
Ziege	—	—	—	140
Hund	151	152	144 — 162	130 — 190

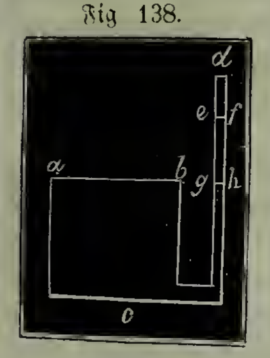
Zwölf Beobachtungen, die ich an der Carotis eines 16,5 Kilogr. schweren Hundes machte, lieferten im Mittel für den ruhigen Zustand 151 Mm. Es ist übrigens in dieser Hinsicht gleichgültig, ob man einen kleinen Mops oder einen großen Fleischerhund zu den Untersuchungen benutzt. Jener kann selbst noch etwas größere gewöhnliche Zahlen, als dieser darbieten.

Nehmen wir an, daß 151 Millim. Quecksilber einen ungefähren Mittelwerth des arteriellen Blutdruckes darstellt, so können wir hieraus die Höhe, zu welcher das Blut in einer in eine lebende Schlagader eingesetzten Röhre steigen wird, annäherungsweise berechnen. Fielen alle Nebenwiderstände hinweg, so müßte die Flüssigkeit einer Quecksilbersäule von 151 Millim. das Gleichgewicht halten. Legt man als Eigenschwere des Blutes 1,06 und als die des Quecksilbers 13,598 zum Grunde, so beträgt dann die gefoderte Höhe 1,937 Meter oder beinahe gerade 6 pariser Fuß. Die Maximalwerthe, die Hales erhalten hat, waren z. B. 8 altenglische Fuß 3 Zoll bis 9 Fuß 6 Zoll für das Pferd, 4 Fuß 6 Zoll für den Dammhirsch, 6 Fuß 5½ Zoll für das Schaaf und 7 Fuß 6 Zoll für den Hund. 992

Die Muskelmasse der Herzkammern entspricht eben so wenig den hämadynamometrischen Werthen, als die Größe der Thiere. Vertheilen wir die Scheidewand an beide Ventrikel im Verhältniß von 1 : 2, so wog z. B. der linke eines erwachsenen Jagdhundes 44 Grm. und der eines Pferdes 730 Grm., mithin beinahe 17 Mal so viel, als jener. 993

Wir können uns diese eigenthümliche Erscheinung klarer machen, wenn wir die Wirkungsweise hydrostatischer Druckkräfte genauer betrachten. Haben wir ein Gefäß *a b c*, Fig. 138., das mit einer längeren Seitenröhre in Verbindung steht, so werden die Linien *a b* und *g h* das hydrostatische Gleichgewicht anzeigen. Ist aber *a b* geschlossen und reicht die Flüssigkeit bis *e f*, so wirkt der hydrostatische Druck von *e g* auf *a b*, die Ausdehnung von *a b* sei, welche sie wolle. Die hydraulische Presse oder die Methode, stehende Wässer durch kleine Drucksäulen zu erhöhen, benutzt diese Verhältnisse zu ihren Zwecken. 994

Fig. 138.



Denken wir uns nun, *e g* stelle eine bleibende wirksame Pressung dar, so wird die Größe von *a b* bestimmen, wie viel durch sie in einer bestimmten Zeit ausläuft. Tragen

wir dieses auf das Herz über, so können immer die hydrostatischen Druckwerthe, die das Manometer giebt, in größeren oder kleineren Thieren die gleichen bleiben. Entspricht nur der Rauminhalt und die Kraft der linken Kammer, die Ausflußöffnung der arteriösen Mündung und die Anordnung des Gefäßsystems den gegebenen Körpergrößen, so wird die gleiche Spannung die nöthige Menge Blutes in der erforderlichen Zeit durch das Ganze treiben.

995 Es wäre möglich, daß die Natur den Körper aller Säugethiere für dieselben hydrostatischen Druckverhältnisse eingerichtet hätte. Da aber die Nebenbedingungen die bedeutendsten Schwankungen erzeugen und die genaue Ergründung der Mittelwerthe unmöglich machen, so läßt sich nur behaupten, daß sich die gewöhnlichen Manometerstände und selbst ihre nicht übermäßigen Schwankungen in allen bis jetzt geprüften Säugethieren nahebei gleich blieben.

Diese Thatsachen machen es fast gewiß, daß auch die durchschnittliche Stromkraft in den größeren Schlagadern des Menschen zwischen 140 und 180 Mm. Quecksilber liegen wird.

996 Das Blut, das in der Carotis fließt, befindet sich in anderen Verhältnissen als das, welches in der Schenkelschlagader strömt. Lassen wir den Theil des Weges, der beiden gemeinschaftlich ist, bei Seite, so muß die Blutmasse, welche in die untere Extremität gelangt, eine weit größere Bahn, als die, die dem Halse zugeführt wird, durchlaufen. Die Hindernisse der Reibung, der Adhäsion, der Winkeltheilung und die Verzögerung, welche die Aenderung des Flußbettes erzeugt, werden ungleiche Mengen von Druckkräften verzehren. Es ließe sich daher voraussetzen, daß das Blut in der Schenkelschlagader eine weit geringere Spannkraft, als in der Carotis anzeigen wird.

Führt aber die Erfahrung zu anderen Ergebnissen, als sich hiernach erwarten läßt, so beweist das Ganze nur, daß die Natur die Widerstände, welche die Stromkraft verkleinern können, möglichst beseitigt hat.

997 Zweierlei Bedingungen wirken vor Allem auf den Stand der Quecksilbersäule des Hämadynamometers. Die Zusammenziehung der Kammer verstärkt den Druck. Sinkt er aber nicht in der Diastole der Nebenverhältnisse wegen auf seinen früheren Punkt zurück, so steigt er natürlich allmählig in einzelnen Absätzen. Er erreicht hierbei eine gewisse Maximalhöhe, von der er wieder später zu tieferen Werthen hinabgeht. Die Stärke oder die Schnelligkeit der Herzzusammenziehung kann daher die Spannung ändern.

998 Die Athmung bildet das zweite Bestimmungsglied. Dehnt ein Thier den Brustkasten bei dem Einathmen aus, so bildet sich ein negativer Druck in der Brusthöhle. Er tritt dem centrifugalen Strome des Arterienblutes in den Weg und vermindert auf diese Weise dessen Spannkraft. Da aber eine Einathmung längere Zeit, als ein Herzschlag, dauert, so wird sich der im Ganzen tiefere Stand der Quecksilbersäule eine Reihe von Stößen hindurch erhalten. Sinkt später der Brustkasten bei dem Ausathmen zusammen, so greifen die entgegengesetzten Bedingungen ein. Wir müssen daher

in solchen Fällen die in kürzeren Zeiträumen wechselnden Spannungen des Herzdruckes und die länger anhaltenden Erhöhungen des Ausathmungsdruckes, so sehr es angeht, zu unterscheiden suchen.

Das Herz des Pferdes schlägt im Durchschnitt 56, das der Ziege 84 und das des Hundes 90 Mal in der Minute (Prevost und Dumas). Es bedarf daher schon einiger Aufmerksamkeit, um die Aenderungen der Quecksilbersäule von einer Systole zur andern zu verfolgen. Wollte man aber einen Blutkraftmesser in die Carotis und einen zweiten in die Schenkelschlagader des Vergleichs wegen einsetzen, so würde die gleichzeitige Beobachtung beider Manometer mit vielen Schwierigkeiten verbunden sein. 999

Da das Pferd 16, die Ziege 24 und der Hund 28 ruhige Athemzüge in der Minute macht und tiefe Ein- und Ausathmungen noch längere Zeiträume in Anspruch nehmen, so lassen sich die Aenderungen der Spannung, die das Spiel des Brustkastens bedingt, leichter beobachten. Wir besitzen daher auch noch keine vergleichenden Untersuchungen für die Wirkung der Kammerzusammenziehung; es sind dagegen zahlreiche Beobachtungen der Art über die Einflüsse des Athmens angestellt worden.

Untersucht man die Veränderungen der Quecksilbersäule während der Ausathmung, so kann man wahrnehmen, wie die Pressung mit jeder Kammersystole steigt, in der Diastole dagegen auf ihrer früheren Höhe bleibt oder sich wiederum verkleinert. Der Einfluß der Verengerung des linken Ventrikels entgeht nur selten der Beobachtung. Es kommt jedoch auch ausnahmsweise vor, daß die Pressung während einer Kammerzusammenziehung und zweier Erweiterungen in kaum merklicher Weise schwankt. Erreicht die Ausathmung eine irgend bedeutende Stärke, so erhebt sich die Quecksilbersäule allmählig auf die geschilderte Weise. 1000

Die Druckvergrößerung, die von der linken Kammer herrührt, betrug in meinen Versuchen im Hunde 5 bis 10 Millimeter. Das Thier athmete dabei ziemlich ruhig aus. Ludwig und Spengler[1]) fanden für den Hund 10 und für das Pferd 10 bis 16 Mm. Hales[2]) kam in dem letzteren Thiere auf 2,7 bis 8,1 Centimeter Blutdruck oder ungefähr 2 bis 5 Mm. Quecksilber. 1001

Das Blut behält hiernach den größten Theil seiner Pressung während der Diastole des linken Ventrikels im Augenblicke der Ausathmung bei.

Hales[3]) machte schon die Bemerkung, daß der Inhalt der Carotis des Hundes in einer eingefügten Röhre eben so hoch, als der der Schenkelschlagader steigt. Poiseuille erhielt die gleichen gewöhnlichen Größen, wenn er zwei Blutkraftmesser in zwei verschiedene Schlagadern desselben Thieres einfügte. Die Carotis, die Schenkelarterie des Hundes, die Hals-, die Gekrösschlagader und ein Hautast des Hinterbeines des Pferdes lieferten hierbei dieselben mittleren Werthe. Magendie und Poiseuille 1002

---

1) L. Spengler, Symbolae ad theoriam de sanguinis arteriosi flumine. Marburgi, 1843. 8. p. 30. 31. und Müller's Archiv. 1844. S. 57.
2) Hales, a. a. O. p. 11.
3) Hales, a. a. O. p. 31.

bestätigten später noch diese Angabe am Hunde. Ludwig und Spengler dagegen kamen zum Theil bei dem Pferde zu anderen Resultaten. Verglichen sie die Hals- mit der äußeren Kiefer oder der äußeren Mittelfußschlagader, so fand sich, daß sich die Maximalschwankungen, welche die (stärkeren) Athembewegungen hervorriefen, in den größeren, dem Herzen näher gelegenen Schlagadern bedeutender, als in kleineren und entfernteren Zweigen ausdrückten.

Stellen wir ihre Zahlen übersichtlich zusammen, so erhalten wir:

Thier.	Quecksilberdruck in Millimetern.								
	Rechte Carotis.			Rechte äußere hintere Mittel-Fußschlagader.			Linke äußere Kieferschlagader.		
	Ausathmung.	Einathmung.	Unterschied als Bruchtheil der Ausathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Unterschied als Bruchtheil der Ausathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Unterschied als Bruchtheil der Ausathmung.
Erstes Pferd	170	102	0,38	140	130	0,07	—	—	—
	170	102	0,38	140	136	0,03	—	—	—
	178	80	0,51	140	132	0,06	—	—	—
	166	90	0,46	140	138	0,01	—	—	—
Zweites Pferd	168	128	0,24	—	—	—	132	124	0,06
	154	134	0,13	—	—	—	132	124	0,06
	188	108	0,43	—	—	—	152	116	0,24

Die Athmungsschwankungen fehlten sogar in einem Falle in der Mittelfußschlagader, während sie sich in der Carotis deutlich zu erkennen gaben.

Setzt man voraus, daß nicht kleinere Einsätze für die dünneren Arterien gebraucht wurden und daß mithin die Reibungsverhältnisse in beiden Kraftmessern gleich waren, so ergiebt sich aus diesen Zahlen, daß der höchste und der niedrigste Werth des Druckes in den schwächeren und kleineren Aesten geringer ist und daß sich zu ihnen die Athmungsschwankungen in unvollständigerem Maaße fortpflanzen. Es machten sich daher hier schon die Widerstände der Zwischenwege in deutlicherer Weise geltend. Die großen Unterschiede der In- und Exspirationszahlen des Carotidenblutes weisen darauf hin, daß sich die verzeichneten Werthe auf tiefe, außergewöhnliche Athembewegungen beziehen.

Da die zuletzt genannten Forscher, gleich den übrigen Beobachtern, fanden, daß die gewöhnlichen Stände der Quecksilbersäule des Pferdes zwischen 150 und 190 Mm. in der Carotis liegen, die Schwankungen der Fußarterie des Pferdes aber innerhalb 130 und 154 und die der Kieferschlagader zwischen 108 und 152 bleiben, so bestätigen ihre Erfahrungen, daß die mittlere gewöhnliche Spannung in den genannten feinen, verhältnißmäßig entfernten und aus mannigfachen Biegungen und Theilungen hervorgegangenen Schlagadern von der der Carotis um Weniges abweicht. Die Unterschiede zwischen Cruralis und Carotis werden daher noch unbedeutender ausfallen.

1003 Schwankt schon die Stromkraft des Schlagaderblutes mit dem Wechsel der Herz- und der Athmungsthätigkeit, so können noch Nebenverhältnisse Aenderungen hervorrufen. Drückt man die eine Carotis oder die Bauchaorta zusammen, so steigt die Quecksilbersäule in der anderen Carotis. Zwingt man das Blut auf Umwegen, welche die Anastomosen möglich

machen, gegen den Blutkraftmesser zu strömen, so erzeugt man leicht so bedeutende Widerstände, daß sie sich an den Schwankungen der Quecksilbersäule zu erkennen geben.

1004 Man hat häufig fremdartige Flüssigkeiten in das Blut gespritzt, um die Spannungsveränderungen, die hierdurch entstehen, zu ermitteln. Erfahrungen der Art fußen immer auf verwickelteren Bedingungen. Alle kühleren Flüssigkeiten schwächen die Herzkraft. Befindet sich mehr Wasser im Blute, so verstärkt sich bald die Athmung und die Ausscheidung der Lungen- und der Körpercapillaren. Sind reizende Verbindungen nebenbei vorhanden, so kommen noch Nervenwirkungen, die sich nicht im Einzelnen verfolgen lassen, hinzu.

1005 Berücksichtigt man die eben geschilderten Verhältnisse, so kann es nicht befremden, daß die Spannung abnahm, als Poiseuille[1]) eine bestimmte Blutmasse einem Hunde entzog und sie durch eine gleiche Menge von Wasser ersetzte. Sie wird eben so bei den heftigen Ausathmungen, welche die Erstickungsgefahr begleiten, lebhaft steigen, mit der Kraft des Herzschlages im Todeskampfe abnehmen und meist während der künstlichen Athmung geringer, als im Leben ausfallen. Geringe Blutverluste können sie unberührt lassen oder selbst noch auf dem Wege der Reaction des Herzens und des Nervensystems erhöhen; größere dagegen, welche die Kräfte herabsetzen, lassen auch die Druckkraft sinken. Versucht man eine Blutüberfüllung durch die Einspritzung warmen Blutes zu erzeugen, so erhöht sich die Spannung während der Exspiration, die Athembewegungen verstärken sich aber auch gleichzeitig[2]). Einspritzungen von Branntwein, Kaffe und ähnlichen Verbindungen müssen der Natur der Sache nach schwankende Resultate liefern. Blake giebt an, daß die Quecksilbersäule durch tödtliche Einspritzungen von Salpeter, Strychnin, Digitalis, Taback, Euphorbium sinkt. Sie soll dagegen eher nach der Anwendung von Blausäure bis zum Tode steigen — ein Ergebniß, das noch einer durchgeführteren Bestättigung bedarf und vielleicht nur von zufälligen Nebenverhältnissen abhing.

1006 Die Gesammtwirkung, die volle statische Kraft oder der absolute Druck, den das Blut an einer beliebigen Stelle einer Arterie darbietet, wird durch das Produet der am Hämadynamometer gefundenen Spannung und des Querschnittes des Ortes, für den die Bestimmung gelten soll, ausgedrückt. Er müßte den Quadraten der Halbmesser der Schlagadern entsprechen, wenn die Spannung überall dieselbe wäre. Ist dieses nicht der Fall, so wird das Verhältniß den Quadraten der Radien multtiplieir mit den Druckhöhen gleichen.

1007 Man kennt bis jetzt nur den Druck der Carotis, nicht aber den der aufsteigenden Aorta durch unmittelbare Erfahrungen. Bedenkt man aber, daß die Widerstände, die auf dem Wege von der Aorta nach der Carotis Statt finden, beträchtlich kleiner sein müssen, als sie sich bei dem Vergleiche

---

[1]) Magendie, Leçons sur les phénoménes physiques de la vie. Tome III. Paris, 1837. 8. p. 61.

[2]) Magendie, a. a. O. p. 84 — 86. Spengler, in Müller's Archiv. p. 68. 69.

der Halsschlagader mit einem dünnen Hautaste des Hinterbeines oder selbst mit der Mittelfußarterie zu erkennen geben und daß beide Carotiden des Pferdes trotz der Verschiedenheit ihrer Biegung dieselben Spannungen haben [1]), so wird man den mittleren Werth der Carotis benutzen können, um wenigstens ungefähr den absoluten Druck, der am Anfange des Arteriensystems Statt findet, zu bestimmen.

Es wäre nicht unmöglich, die Spannkraft des Blutes an der Aorta selbst zu ermitteln. Man müßte zu diesem Zwecke den elastischen Katheter des in Fig. 136. abgebildeten Apparates mit einer nach Millimeter entworfenen Gradeintheilung versehen. Bringt man nun z. B. einen Blutkraftmesser mit seitlichem Ansatze in die rechte und einen zweiten, der mit dem graduirten Katheter versehen ist, in die linke Carotis, so kann man sich zuerst überzeugen, ob beide Quecksilbersäulen gleichförmig spielen. Ist dieses der Fall, so schiebt man den Katheter vor, bis er wider die gegenüberstehende Wand der Aorte stößt, zieht ihn etwas zurück, beobachtet die Schwankungen der Quecksilbersäule und bemerkt zugleich den Stand des Katheters an der Gradeintheilung. Die Untersuchung der Leiche kann dann näher bestimmen, wo sich die Mündung des Rohres im Augenblicke des Vergleichungsversuches befunden hat.

1008 Der mittlere Halbmesser der arteriösen Mündung der linken Kammer einer 16,5 Kilogr. schweren Hündin betrug 7,25 Mm. und der durchschnittliche Druck des Blutes in der Carotis 151 Mm. Nimmt man an, daß auch diese letztere Zahl als gewöhnlicher Werth der Aorta gelten kann, so hätten wir eine gesammte statische Kraft von 24,93 C. C. Quecksilber oder 339,1 Grm. Dieses Gewicht beträgt aber hier beinahe $1/_{49}$ der Körperschwere.

Das kleinste Herz, das mir bis jetzt in einem erwachsenen Menschen vorgekommen ist, war das der 41jährigen Frau, an dem die §. 924. beschriebenen Versuche angestellt wurden. Der Halbmesser der linken arteriösen Mündung glich hier 10,3 Millimeter. Setzt man voraus, daß die mittlere Spannung in dem Anfangstheile der Aorta 16 Centimeter Quecksilber unter den gewöhnlichen Verhältnissen beträgt, so erhält man 725 Grm. absoluten Druckes an der linken arteriösen Oeffnung des Herzens.

Suchen wir den Maximalwerth zu bestimmen, so mißt die eingespritzte Aorta des sehr großen Herzens eines 24jährigen Mannes, das in dem hiesigen Cabinette aufbewahrt wird, 31,5 Mm. oberhalb der halbmondförmigen Klappen. Da nun diese Stelle des Schlagadersystems einen etwas kleineren Querschnitt, als die linke arteriöse Mündung hat, so können wir für diese 16 Mm. als Halbmesser schätzungsweise annehmen. Die Gesammtkraft gliche hiernach 1,75 Kilogr. Das Mittel der beiden Grenzwerthe beträgt aber 1,24 Kilogr.

Poiseuille schlägt die statische Kraft zu 1,97 Kilogr. an, weil er 16 Centimeter Druckhöhe und den wahrscheinlich zu großen Werth von 1,7 Centimeter für den Halbmesser des Aortenanf..nges zum Grunde legt.

1009 Wir haben früher (§. 991.) gesehen, daß die Spannkräfte des Schlagaderblutes in den Hauptstämmen größerer und kleinerer Thiere gleich bleiben und werden später (§. 1077.) finden, daß die Dauer eines Kreis=

[1]) Spengler, in Müller's Archiv. S. 52.

laufes fast dieselben kurzen mittleren Zeiträume in Anspruch nimmt. Es muß daher der Querschnitt der linken arteriösen Mündung mit der Größe des Körperkreislaufes wechseln, weil von ihm die Menge des von dem linken Herzen eingetriebenen Blutes abhängt. Er wird deshalb einen Factor der Blutmenge, die innerhalb einer bestimmten Zeit in den Körperorganen kreist, bilden. Drückte das Gewicht eines Thieres die letztere Größe genau aus, so würde sich aus ihm die Oeffnung am Anfange des Aortensystems mittelst eines beständigen Coefficienten berechnen lassen, wenn die mittlere an dieser Stelle Statt findende hydrostatische Druckgröße des Schlagaderblutes bekannt wäre.

Halten wir uns nur an den gesunden Körper, so wird diese Voraussetzung auf Ausnahmen stoßen, sobald ein Gewebe übermäßig vorherrscht. Sehr fettreiche Thiere, wie z. B. gut gefütterte Wiederkäuer und gemästete Schweine können deshalb nicht in den Kreis solcher Betrachtungen gehören. Dasselbe gilt von krankhaften Zuständen und vielleicht auch von einzelnen Thieren, in denen die Herzmasse verhältnißmäßig klein ist.

Wir haben gesehen, daß die gesammte statische Kraft des §. 1008. angeführten Hundes $\frac{1}{49}$ des Körpergewichtes betrug. Schlägt man mit Quetelet das Minimum der Körpermasse einer 41jährigen Frau zu 38 und das Maximum eines 24jährigen Mannes zu 93 Kilogr. an, so erhält man 52 bis 53 Mal so viel, als §. 1008. für die beiderseitigen statischen Kräfte am Anfange des Aortensystems angegeben werden.

Künftige Erfahrungen müssen entscheiden, ob diese Annäherungswerthe im Menschen unter regelrechten Verhältnissen wiederkehren oder nicht. Betrüge die mittlere statische Kraft am Anfange des Aortensystems $\frac{1}{50}$ des Körpergewichtes, und legt man 16 Centimeter Quecksilber als Druckgröße zum Grunde, so müßte man die in Grm. ausgedrückte Körperschwere mit 0,00009 multipliciren, um ungefähr den Flächeninhalt der linken arteriösen Mündung in Quadratcentimetern zu erhalten.

1010 Betrachten wir die Widerstände, auf die das Arterienblut bei seiner Verbreitung im Körper stößt, so wird die Glätte der Innenhaut der Schlagadern die Reibung möglichst vermindern und diese Art von Hindernissen bedeutend herabsetzen. Treten die Anfänge der Lungenschlagader und der Aorta unter schiefen Winkeln hervor, so kann hierdurch die Ausflußmenge einen Verlust erleiden, der mit dem Sinus der Neigung in Beziehung steht.

1011 Bogig gekrümmte Röhren hindern weniger, als winkelig eingeknickte oder, wie man sich ausdrückt, gekröpfte. Der Verlust an Druckkraft wächst mit der Geschwindigkeitshöhe oder im quadratischen Verhältnisse der Geschwindigkeit. Der Widerstandscoefficient sinkt aber in gekrümmten Röhren um so mehr, je kleiner das Verhältniß der Röhrenweite zum Krümmungshalbmesser der Röhrenachse ausfällt[1]). Ist dieses z. B. 10 Mal so groß, so wächst der Krümmungswiderstand um das 15fache. Eine geringere Röhrenweite kann ihn daher herabsetzen. Theilt sich eine Leitung in untergeordnete Zweige, so geht ungefähr $\frac{1}{1000}$ der Druckhöhe für jeden Winkel-

---

[1]) J. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Bd. I. Braunschw., 1846. 8. S. 438.

grad der Ablenkung verloren [1]). Die beiden Nierenschlagadern verlassen aber die Aorta unter beinahe rechten Winkeln, die linke Carotis unter 80°, die linke Schlüsselbeinschlagader unter 100°, die Eingeweidepulsader unter 50°. Der Theilungswinkel der beiden Iliacä gleicht 60° oder 70°.

Anhang Nr. 48.

Bestimmte ich die Biegungswinkel, welche die Hirncarotis in ihrem Kanale bildet, in der Leiche eines 33jährigen Erhenkten und einer 35jährigen schwindsüchtigen Frau, so erhielt ich für die erste und unterste Biegung 98° und 97°, für die zweite 123° und 117°, für die dritte 149° und 100° und für die vierte 102° und 91°.

1012 Da die Natur die Schlagadern in den verschiedenen Körperorganen vertheilen muß, so wird sie genöthigt, eine Menge von Spaltungen und Krümmungen, die Druckkraft verzehren können, anzubringen Sie hat aber auch diesen Uebelstand, wie die Erfahrung lehrt, möglichst verkleinert und nur da, wo sie ihn zu bestimmten Zwecken braucht, ungestört wirken lassen.

1013 Obgleich beide Carotiden des Pferdes verschiedene Biegungen machen, so ist doch in ihnen die Blutspannung selbst bei tieferen Athembewegungen die gleiche. Die Winkelverschiedenheit giebt sich daher hier gar nicht zu erkennen. Bedenken wir, wie groß die Weite der Hirncarotis und der Wirbelschlagader in Verhältniß zu ihren Krümmungshalbmessern ausfällt, so werden wir es erklärlich finden, wenn hierdurch die Stromkraft des Blutes, das in das weiche Gehirn eintritt, absichtlich gemäßigt wird.

Frey [2]) sucht den Nutzen solcher Biegungen in dem dann während der Systole vermehrten Rauminhalte der Schlagadertheile. Die Welle, welche die Kammersystole erzeugt, schwindet dann der geringeren Wandungshindernisse wegen später. Es kann daher indeß eine geringere Spannung durch eine ausgedehntere Vertheilung der Spannungs- und Inhaltszunahme der Arterien erreicht werden.

1014 Theilen sich die Schlagadern in immer untergeordnete Zweige, so erweitert sich ihr Flußbett. Es gilt sogar als Hauptregel, daß die Summe der Querschnitte, welche die sämmtlichen Aeste eines Hauptstammes darbieten, größer als der Querschnitt der Schlagader, von welcher sie entspringen, ausfällt. Einzelne Ausnahmen dieses Gesetzes kommen jedoch auch an größeren Arterien, wie den Hüftpulsadern vor.

1015 Die Gesammtsumme der Lumina der Eingeweideschlagader, der oberen Gekrösarterie und der beiden Nierenpulsadern glich 0,865 Quadratcentimeter in einem 33jährigen gesunden Manne, der sich erhängt hatte. Der Querschnitt der Aorta verminderte sich aber nur um 0,316 von der Ursprungsstelle der Eingeweidearterie bis zur Gabeltheilung in die beiden Hüftpulsadern. Obgleich sie auf diesem Wege viele andere Zweige, als die genannten abgab, so verlor sich doch nicht die Hälfte von dem, was jene Schlagadern für sich in Anspruch nahmen.

Anhang Nr. 49.

[1]) A. Baumgartner, die Mechanik in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Wien, 1834. 8. S. 108. Die für solche Fälle gültigen genaueren Berechnungen siehe in Eytelwein, Mechanik und Hydraulik. Leipzig, 1823. 8. S. 198. und in D'Aubuisson de Voisins, Handbuch der Hydraulik. Uebersetzt von Fischer. Leipzig, 1835. 8. S. 203.

[2]) Frey, in Müller's Archiv. 1845. S. 211.

Die Summe der Querschnitte der Anfänge der rechten Schenkel- und der Beckenpulsader betrug 0,572 Quadr. Cent. Die rechte Hüftarterie ergab dagegen nur 0,497. Die Theilung hatte also das Flußbett um $1/7$ vergrößert. Während der ungenannte Stamm eines anderen Mannes 0,947 Quadr. Cent. ergab, hatten die rechte Carotis und die rechte Schlüsselbeinvene 0,990, mithin $1/22$ mehr. 1016 Anhang Nr. 50.

Die Ausnahme, welche die Hüftschlagadern darbieten und auf die Paget zuerst aufmerksam machte, gab sich auch in unserem Falle deutlich zu erkennen. Das Endstück der Aorta hatte unmittelbar über der Theilung 1,009 Quadratcentimeter, während beide Hüftpulsadern zusammen 0,979 darboten. Die Theilung verengerte mithin den Querschnitt um $1/33$ bis $1/34$. 1017 Anhang Nr. 49.

Giebt eine Schlagader Zweige ab, so verengert sie sich zuweilen schon, ehe Nebenäste hervortreten. Diese Einrichtung wird die Geschwindigkeit vergrößern und zu diesem Zwecke einen Theil der Druckhöhe in Anspruch nehmen. Verlängerte sich die Verschmälerung in bedeutendem Grade oder bildete sie das Ende der Röhrenleitung, so würden hierdurch die Stoßhindernisse so sehr wachsen (§. 206.), daß sich die Ausflußmenge verringert. Folgt aber bald ein größeres Flußbett auf die Verengerung, so gewinnt das Blut in dieser so viel an lebendiger Kraft, daß es die späteren Widerstände leichter überwindet. Hydraulische Versuche, die Hagen[1]) anstellte, bestättigen diesen Schluß. 1018

Die Anastomosen machen es umgekehrt möglich, daß ein Stamm einen etwas größeren Querschnitt in seinem weiteren Verlaufe, als dem Anfange besitzt. Die rechte Speichenarterie hatte z. B. 0,024 Quadr. Cent. an ihrem Ursprunge und 0,030 an der Stelle, wo der Puls gefühlt wird. Diese Verbindungen sichern die Blutvertheilung und können als Abzugscanäle verschieden liegender Gefäße wirken. 1019

Der Unterschied der rechten und der linken Seitenhälfte des Körpers drückt sich häufig in den Räumlichkeitsverhältnissen des Arteriensystems aus. Die rechte Nierenschlagader hatte 0,242, die linke 0,230; die rechte Hüftarterie 0,497 und die linke 0,482 Quadr. Cent. im Querschnitt. Die Bevorzugung des rechten Armes sprach sich sehr deutlich aus. Die rechte Carotis zeigte 0,436 und die linke 0,430; die rechte Schlüsselbeinarterie 0,555 und die linke 0,468. Der Gewinn der rechten Seite betrug also hier $1/5$ bis $1/6$ der linken, für die Carotiden dagegen nur $1/71$ bis $1/72$. 1020 Anhang Nr. 50.

Diese Verschiedenheiten, die mit den Massenvertheilungen des Blutes innig zusammenhängen, werden untergeordnete Abweichungen an einzelnen Stellen des Schlagadersystems nach sich ziehen. Das Flußbett erweitert sich in jedem Falle mit den wiederholten Spaltungen der Arterien. Der größere Rauminhalt wird aber auf eine bedeutendere Menge feiner Röhren vertheilt. Die Flüssigkeitsprofile oder die Berührungsflächen der festen Wände nehmen zu. Die Stöße, welche Herz und Athmung erzeugen, werden sich deshalb schon immer mehr nach den Capillaren hin 1021

---

[1]) E. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst. Erster Theil. Königsberg, 1841. 8 S. 223.

ausgleichen, sobald nur die geringsten Wandungshindernisse vorhanden sind. Der Widerstand der fortzutreibenden Blutmassen und die elastische Rückwirkung der Schlagadern muß es noch unterstützen, daß die ungleichförmige Blutbewegung nach und nach in eine gleichförmige übergeht.

1022 Betrachten wir aber die verschiedenartigen Spannungen, die sich in den größeren Arterien kund geben können, so werden diejenigen, die von der Systole der Kammern herrühren, im Ganzen unbedeutendere Schwankungen in den umfangreicheren Pulsadern erzeugen (§. 1002.). Das ruhige Athmen muß in gleicher Weise weniger stören, als das anhaltendere tiefe Ein- und Ausathmen (§. 1002.). Die Schwankungen werden mithin in dem vollkommen regelrechten Zustande kleiner ausfallen und selbst erst bei tiefen Athemzügen allmählig hervortreten.

1023 Die Unterschiede, die dann noch bestehen, können sich vielleicht noch anderer Verhältnisse wegen binnen Kurzem ausgleichen. Findet ein Spannungsverlust zwischen der aufsteigenden Aorta und der Schenkelschlagader Statt, so wird die Kranzarterie des Herzens eine verhältnißmäßig stärkere Blutmasse, als die tiefe Schenkelschlagader aufnehmen. Haben aber die Wellen eine gewisse Zeitgröße zu ihrer Fortpflanzung nöthig, so sind sie schon möglicher Weise in der Kranzschlagader geschwunden, wenn sie erst in der Schenkelschlagader anlangen. Die nachfolgende erhöhte Spannung und der Abfluß in die Capillaren kann indeß so viel verzehrt haben, daß sich die Druckverhältnisse in beiden verschiedenen Theilen des Schlagadersystems in noch höherem Grade annähern [1]).

Chevers [2]) giebt an, daß sich die Wände der Kranzschlagadern durch eine verhältnißmäßig größere Dünne und einen eigenen Bau auszeichnen. Sie sollen in dieser Hinsicht zwischen den Schlag- und den Blutadern stehen. Diese Verhältnisse würden natürlich die Wellenfortpflanzung ändern können

1024 Die lebendige Kraft eines bewegten Körpers wird durch das Product der Masse in das Quadrat seiner Geschwindigkeit ausgedrückt. Denken wir uns einen unendlich dünnen Querschnitt, so muß dieser selbst der Masse entsprechen. Das Quadrat der Geschwindigkeit einer Flüssigkeit gleicht aber der ihr entsprechenden Druckhöhe multiplicirt mit einem von der Schwerkraft abhängigen beständigen Factor. Die lebendigen Kräfte zweier Schlagaderstellen werden sich daher, wie die Producte ihrer Querschnitte in die Druckhöhen, d. h. wie die absoluten Drucke verhalten.

Anhang Nr. 9 u. Nr. 21.

1025 Läßt man die untergeordneten Unterschiede der Druckhöhen, welche die Herzschläge und die Athemzüge in dem ruhigen Zustande bedingen können, bei Seite, so werden sich unter dieser Voraussetzung die lebendigen Kräfte wie die Querschnitte verhalten. Die Nierenschlagader hätte hiernach nur $1/5$ bis $1/6$ der benachbarten Aorta, die Schenkelschlagader ungefähr $1/3$ des Endtheiles der Aorta und die rechte Speichenschlagader $1/49$ des Aortenstammes dicht vor seinem Durchgange durch das Zwerchfell und, wie sich

Anhang Nr. 40.

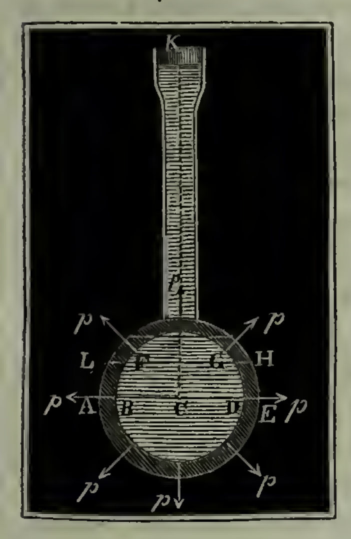
[1]) Vergl. Frey, a. a. O. S. 209. 210.

[2]) Chevers, in Froriep's neuen Notizen. Bd. XXX. Weimar, 1844. 4. Nro. 641. Seite 47.

indirect schätzen läßt, $^1/_{200}$ bis $^1/_{220}$ des Anfanges des Körperarterien- systems. Da diese Werthe von den Quadraten der Durchmesser und den einfachen Druckhöhen abhängen, so wird selbst hier eine Verschiedenheit der Spannungen verhältnißmäßig weniger, als die Abweichungen der Durchmesser einwirken.

1026 Dicke der Schlagaderwände. — Stellen wir uns vor, *AEHC*, Fig. 139., sei der Querschnitt einer Röhre, *AB*, *LF*, *GH* und *DE* die Dicke ihrer Wandung und *KC* stelle die Druckhöhe dar, so wird die Wandstärke nicht bloß von dieser, sondern auch von dem Röhrendurchmesser *BD* und der Eigenschwere der Flüssigkeit abhängen. Der Druck auf die Flächeneinheit *p* gleicht der durch das specifische Gewicht des Fluidum vervielfältigten Druckhöhe. Das Product des Halbmessers *CD* und des Einheitsdruckes *p*, getheilt durch den Festigkeitsmodul der Wände, bestimmt theoretisch die geringste erforderliche Stärke der Wandung[1]).

Fig. 139.



Die Erfahrung hat noch nicht diese Voraussetzung entschieden bestättiget[2]) und die Theorie selbst gestattet noch genügende Einwendungen, weil sie nicht völlig unter allen Verhältnissen mit anderen mechanischen Sätzen stimmt. Man weiß aber wenigstens so viel, daß der Röhrendurchmesser einen wesentlichen Factor der Bestimmung der Wandungsdicke bildet. Sie, die Druckhöhe und der Festigkeitsmodulus treten in jedem Falle als wirksame Glieder auf.

1027 Die Wanddicke elastischer Röhren, wie der Schlagadern, läßt sich aber noch unter einem anderen Gesichtspunkte auffassen. Die relative Festigkeit eines starren oder elastischen Körpers wächst unter sonst gleichen Verhältnissen mit dem Quadrate der Dicke. Ist nun kein Material an den Schlagaderwänden verschwendet worden, so wird dieses Gesetz in ihnen wiederkehren können. Die Stöße, die sie auszuhalten haben, entsprechen verhältnißmäßig den lebendigen Kräften des Blutes oder den Producten der Quadrate der Halbmesser in die Druckhöhen. Nimmt man die letzteren in den größeren Körperarterien der Brusthöhle gleich an, so werden sich die Dicken wie die Halbmesser verhalten. Kommen Nebenwiderstände hinzu, so muß sich auch die Stärke des Theiles, auf den sie wirken, vergrößern.

1028 Wollen wir die mittlere Dicke einer Schlagader bestimmen, so stehen uns zweierlei Wege zu Gebote. Man schneidet sich einen gleichförmigen Ring der Schlagader ab, öffnet ihn, bestimmt seinen Umkreis und mißt nun mikrometrisch die Dicke an vielen Querschnitten, die verschiedenen

---

[1]) Siehe das Nähere in J. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Bd. I. Braunschweig, 1845 8. S. 354. 355.
[2]) J. J v. Gerstner, Mechanik. Bd. II. S. 26 fgg.

Punkten des Präparates entnommen sind. Sind die Einzelerfahrungen zahlreich genug, so giebt die Wiederholung des Versuches hinreichend beständige Durchschnittsgrößen.

Die zweite Methode beruht auf der mittelbaren Berechnung aus dem Gewichte. Man schneidet die Schlagader auf und verfertigt sich aus ihr ein genau oblonges Stück, das sich der Breite des ausgebreiteten Theiles möglichst nähert. Das Instrument, dessen sich die Lederhändler zum Riemenschneiden bedienen, dient hierzu am zweckmäßigsten. Kennt man nun die Breite und die Höhe des abgetrockneten Präparates, so wiegt man es zuerst in der Luft und dann unter Wasser und bestimmt zuletzt den trockenen Rückstand. Diese Werthe reichen hin, um die mittlere Wanddicke, sei es im frischen Zustande oder den festen Stoffen nach, zu bestimmen. Anhang Nr. 50.

1029 Mikrometrische Messungen, die ich schon früher veröffentlichte, zeigten, daß im Durchschnitt die verschiedenen Theile der Aorta und der ungenannte Stamm des Schaafes so dick sind, daß ihre Werthe den Halbmessern annähernd entsprechen. Neuere Gewichtsbestimmungen haben dieses für die Aorta des Menschen, die vordere Aorta und den geraden Brusttheil und die linke Schlüsselbeinschlagader des Pferdes bestättigt. Die mittleren Dicken verhalten sich also hier, wie die theoretisch gefoderte Stärke von Wasserröhren, die sich unter dem gleichen Drucke befinden. Anhang Nr. 50.

1030 Betrachten wir aber die Carotiden des Menschen und des Pferdes und die Schlüsselbeinschlagadern des ersteren, mithin größere Arterien, die bald außerhalb der Brusthöhle verlaufen, so zeigt sich, daß ihre Schlagaderwände den Gewichtsbestimmungen nach verhältnißmäßig dicker sind, als es die Theorie fodert. Der relative Werth ihrer Stärke war nahebei doppelt so groß, als ihre Halbmesser. Künftige Erfahrungen müssen näher bestimmen, welche mechanische Einrichtungen diese Eigenthümlichkeit hervorrufen. Anhang Nr. 50.

1031 Bedenken wir, daß der kraftvoll aus der linken Kammer hervorgestoßene Blutstrahl in dem Aortenbogen binnen Kurzem umbiegt, so wird dieser ungleiche Stöße an beiden Seiten auszuhalten haben. Man sieht auch vorzüglich am Pferde, wie die einzelnen Stellen seiner Wände ungleich dick sind und sich selbst solche Abweichungen in die Schlüsselbeinschlagader hineinziehen. Die dem Gewichte nach berechnete Durchschnittsdicke der Aorta in der Höhe des Abganges der ersten Zwischenrippenschlagadern kann daher größer, als die Stärke am Anfange des Aortensystems ausfallen.

1032 Der Querschnitt der Lungenschlagader ist oft in der Leiche etwas größer, als der der Aorta. Die Abweichung des Halbmessers betrug in dem einen Falle $1/_{73}$ und in einem zweiten $1/_{22}$ des Radius der Aorta. Wir werden aber in der Folge sehen, daß wahrscheinlich selbst diese geringen Unterschiede im lebenden Körper fehlen. Nehmen wir an, die rechte und die linke arteriöse Mündung des Herzens habe den gleichen Querschnitt und die Lungenschlagader verhält sich zum Anfange der aufsteigenden Aorta, wie die einzelnen Theile der Brustaorta unter sich, so müssen die Anhang Nr. 50.

relativen Dicken ihrer Wände die in ihnen Statt findenden Druckhöhen anzeigen. Anhang Nr. 50.

Die Stärke der Wandung der Lungenschlagader verhielt sich zu der der Aorta in zwei am Menschen angestellten Maaßbestimmungen = 1 : 1,42 und wie 1 : 1,38 und in zwei Gewichtsuntersuchungen = 1 : 1,26 und 1 : 1,30. Eine am Schaafe vorgenommene Messung ergab 1 : 1,32. Ziehen wir aus allen das Mittel, so haben wir 1 : 1,34. 1033

Hält man sich an die zweite Betrachtungsweise, daß die relative Dicke der Schlagaderwände den verhältnißmäßigen lebendigen Kräften des Blutes entspricht, so müßte sich hiernach die gewöhnliche Hämadynamometerhöhe in der Lungenarterie des Menschen zu der in der Aorta = 1 : $(1,34)^2$ = 1 : 1,8 verhalten. Eine andere Anschauungsweise führte uns früher (§. 971.) zu der Proportion = 1 : 2, d. h. zu fast dem gleichen Werthe.

Verkürzungsvermögen der Schlagadern. — Wir haben bis jetzt nur die Arterien als elastische Schläuche angesehen, weil sie als solche in den allgemeinen Kreislaufserscheinungen thätig sind. Sie besitzen aber überdieß noch die Fähigkeit, ihren Rauminhalt zu ändern und rufen hierdurch gewisse örtliche Labilitätsverhältnisse der Blutvertheilung hervor. 1034

Legen wir eine größere Schlagader eines lebenden Thieres bloß, so bemerken wir an ihr im ersten Augenblick keine wesentliche Veränderung, die von unmittelbaren organischen Eingriffen abhinge. Sie verhält sich noch oft ruhig, wenn wir sie mechanisch reizen oder die Röhre oder Canüle des Blutkraftmessers einsetzen. Ermitteln wir aber ihren Durchmesser am Anfange des Versuches und wiederholen die Bestimmung, nachdem die Schlagader längere Zeit an der Luft gelegen, so werden wir nicht selten finden, daß sich ihr Querschnitt verkleinert hat. 1035

Kälte und vorzüglich kaltes Wasser rufen ähnliche Wirkungen hervor. Das Rohr verengt sich aber auch hier erst nach und nach, so daß nicht immer der Unterschied sogleich in die Augen fällt. Berührt man die Schlagaderwände mit Weingeist, Säuren, Alkalien und anderen chemisch wirkenden Körpern, so erhält man bisweilen stürmischere Wirkungen. Alle Versuche der Art gestatten jedoch keine sicheren Schlüsse, weil in ihnen der chemische Eingriff selbst wesentliche Veränderungen mit sich führt. 1036

Diese Eigenschaften der Schlagadern machen sich häufig bei wundärztlichen Eingriffen geltend. Sind kleinere durchschnittene Arterienstämme der Luft ausgesetzt, so ziehen sie sich nicht selten in das Innere der Wunde zurück und verengern ihr Lumen, so daß ihr Blutstrahl nicht stoßweise hervortritt oder sogar von selbst zu fließen aufhört. Kaltes Wasser unterstützt diese Wirkungen in solchem Grade, daß man seine Anwendung statt der Unterbindungen bei Amputationen empfohlen hat. Da aber die Verkürzung der Arterien früher oder später nachlassen kann, so sichert man sich nicht durch sie allein vor gefährlichen Nachblutungen. 1037

Hört der Kreislauf auf, so kann die Schlagaderverkürzung ungehindert eingreifen. Wollen wir die feineren Gefäße eines eben abgenommenen Gliedes eines Menschen einspritzen, so mißlingt der Versuch, weil sich 1038

die Schlagadern in hohem Grade verengen. Man macht häufig dieselbe Erfahrung an frisch geschlachteten oder auf andere Weise getödteten Säugethieren. Wartet man eine Zeit lang, so erschlaffen die Schlagadern für immer und die künstliche Füllung gelingt häufiger. Aehnliche Beobachtungen lassen sich auch an den blutleeren Nabelschlagadern anstellen.

Hunter [1]) glaubte, die Verkürzung, die nach dem Tode eintritt, dadurch bestimmen zu können, daß er ein Schlagaderstück aufschnitt, die Breite des Riemens maß, ihn dann durch eine Zugkraft möglichst ausdehnte und von selbst zurückspringen ließ. Die Längenvermehrung, die sich dann zeigte, sollte den Werth der durch den Tod bedingten Verkleinerung ausdrücken. Die aufsteigende Aorta eines durch Verblutung zu Grunde gegangenen Pferdes ergab auf diese Weise $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{10}$, der untere Theil der Hüftschlagader $\frac{1}{6}$ und die Achselschlagader $\frac{1}{8}$. Da aber über die Maaßen ausgedehnte elastische Körper eine beständige Verlängerung zurückbehalten (§. 77.), so läßt sich nicht aus solchen Erfahrungen auf die lebendige Verkürzung zurückschließen. Jeder andere todte Körper würde ähnliche Erscheinungen darbieten.

Verschließt sich eine Schlagader nach dem Tode gänzlich, so muß sich ihr Lumen um den ganzen Querschnitt verkleinern. Bleibt aber auch noch die Arterie, wie es scheint, weit offen, so verkürzt sie sich doch nicht selten in bedeutendem Grade. Der Durchmesser der Carotis eines lebenden Hundes betrug 6 Mm. Ziehen wir 1 Mm. für die Wanddicke ab, so haben wir 19,64 Quadr. Millim. Querschnitt im Lichten. Nachdem das Thier durch Erstickung getödtet worden war, maß die aufgeschlitzte Carotis 12 Mm. Dieses entspricht 11,45 Quadr. Millim. Querschnitt. Er hatte mithin um mehr als $\frac{1}{3}$ abgenommen.

1039 Die gesammten Gewebe der Schlagaderwände bilden wahrscheinlich ein Gemenge von contractilen und elastischen Theilen [2]). Die letzteren sprechen sich jedoch in dem Menschen in den äußeren Lagen schärfer aus. Gerade diese entschiedensten elastischen Schichten verschwinden nach den Capillaren hin. Die Schlagadern verlieren auch hier an Elasticität und gewinnen an Dehnbarkeit und Beweglichkeit.

1040 Die Verkürzung der Arterien dient nicht der allgemeinen Mechanik des Kreislaufes. Die Schlagadern klopfen nicht gleich dem Herzen und ändern überhaupt nicht ihre Zustände in stürmischer Weise. Besäßen sie diese Eigenschaft, so würden sie die berechnete Vertheilung der Blutmasse eher hindern, als unterstützen. Kann dagegen eine Arterie ihren Rauminhalt allmählig verkleinern und in diesem Verhältnisse längere Zeit verharren, so wird sie als ein kleineres Abzugsrohr wirken und hierdurch die Blutmenge, die zu einem Theile strömt, bestimmen helfen. Die Herzkraft und die Nebenwiderstände entscheiden dann, ob sich die Abnahme des Rauminhaltes gleichförmig auf die durchfließende Blutmenge überträgt oder ob eine Erhöhung der Geschwindigkeit ergänzend eingreift.

1041 Puls. [3]) — Bezeichnen wir hiermit die Veränderungen, welche die Kammerzusammenziehung in den Schlagadern anregt, so können wir sie durch drei unserer Sinne, das Auge, das Ohr und das Tastgefühl wahrnehmen.

---

[1]) J. Hunter, Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. Herausgegeben von E. B. G. Hebenstreit, Bd. I. Leipzig, 1797. 8. S. 253.

[2]) J. Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. 8. S. 513.

[3]) Eine historische Zusammenstellung des früher Geleisteten s. in F. C. Arnold, De sede et causis pulsus arteriosi. Lipsiae, 1826. 4. pag. 6 — 16.

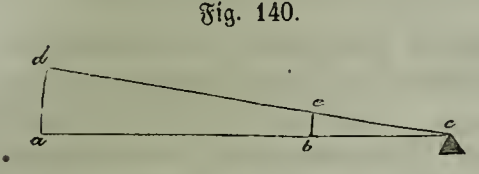
1042 Wir haben schon früher (§. 985. fgg.) gesehen, wie sich der Herzstoß in den größeren Arterien zu erkennen giebt. Sie nehmen hierbei im Ganzen an Umfang zu. Die Längenvermehrung fällt aber dabei leichter ins Auge, als die der Quere nach gehende Erweiterung. An einzelnen entfernteren Punkten befestigte und sonst gerade verlaufende Schlagadern krümmen sich daher; gebogene haben die Neigung, ihre Krümmungen zu vergrößern. Liegt die Arterie im Zellgewebe lose eingebettet, so giebt sich bisweilen der Einfluß des Herzdruckes durch einen merklichen Stoß oder Ruck zu erkennen.

1043 Verlaufen Schlagadern dicht unter der Haut und werden sie nicht von bedeutenderen elastischen Fettmassen eingehüllt, so kann das Auge einen Theil dieser Bewegungen an dem unverletzten Menschen verfolgen. Die Schläfenarterie und selbst die Carotis eigenen sich dazu bei lebhafter Blutbewegung. Es kommt häufig vor, daß eine Rückenpulsader der Speichenarterie dicht unter der Haut eine kurze Strecke verläuft. Man sieht daher in vielen Menschen das Klopfen dieser Schlagader an der oberen Fläche der Handwurzel oder dicht über dieser.

1044 Eine andere Erscheinung hängt hiermit innig zusammen. Sitzt ein Mensch mit gekreuzten Beinen, so hebt und senkt sich der Zehentheil des schwebenden Fußes in regelmäßiger Reihenfolge. Die Ortsveränderungen entsprechen den Pulsschlägen. Die Kniekehlenarterie ruht dann auf dem Knie der anderen Extremität und findet an ihr einen größeren Widerstand. Sie hebt daher ihre Nachbargebilde um eine bestimmte Größe. Während aber diese in ihrer Nähe kaum bemerkt werden kann, macht sie sich an dem Ende des Fußes, der den Ausschlag zeigerartig vergrößert, in deutlicher Weise kenntlich.

1045 Denken wir uns, c sei der Drehpunkt der Linie ac und diese erhebe sich um den Winkel dca, so wird der Ausschlag, den der Punkt b giebt, be, der von a dagegen ad sein. Er nimmt mithin mit der Länge des Hebels oder Zeigers zu. Die Ortsbewegung der Fußspitze wird deshalb unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Entfernung des Kniees vom Fuße wachsen.

Fig. 140.



1046 Hält ein Mensch ein Pendel, einen an einem Faden aufgehängten Ring oder eine feine Waage, so kommen diese Körper zu keiner vollständigen Ruhe, der Arm mag gestreckt oder gebogen sein (Chevreul). Ein leichter Stab, eine Feder und andere kleine Massen zeigen das Gleiche. Die Ortsveränderungen nehmen im Allgemeinen mit der Länge des gehaltenen Körpers an Deutlichkeit zu. Liegt die Hand auf einer festen Stütze, so verwischen sich die Schwankungen, die, wenn auch alle Muskeln ruhen, von dem Klopfen der Armschlagadern ausgehen.[1])

[1]) Behn, in Müller's Archiv. 1835. S. 516 — 25. Vergl. auch Piégu, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XXII. Paris, 1846. 4. p. 682.

1047 Die Herzgeräusche können bisweilen von den Arterien aus vernommen werden. Setzte ich ein kleines, unten mit überfirnißter Blase geschütztes Hörrohr auf die bloßgelegte Carotis eines Hundes, so war ich im Stande, den Doppelschlag des Herzens deutlich zu verfolgen. Die Arterien des unversehrten Körpers eigenen sich weniger zu so scharfen Beobachtungen. Eine leise, dem Pulse entsprechende Tönung macht sich nicht selten noch in der Carotis oder der Schlüsselbeinschlagader geltend. Withney[1]) will sogar noch einen Herzton bei der Auscultation des Kopfes von kleinen Kindern oder Erwachsenen unterscheiden. Das sogenannte Nonnen- oder Teufelsgeräusch, das in der Halsschlagader von Bleichsüchtigen hin und wieder vorkommt, gleicht entfernt dem leisen Rauschen eines gedrehten Kreisels.[2]) Eine übermäßige Starrheit oder Zusammenziehung der Arterienwände, Verengerungen und andere Entartungen, die an ihnen vorkommen, können nach Pickford[3]) eigenthümliche Blasetöne erzeugen.

1048 Der Arzt bedient sich am häufigsten des Tastsinnes, um die Erscheinungen des Pulses näher zu erforschen. Er wählt hierzu Schlagadern, die in der Nähe der Haut und nicht weit von härteren, zur Befestigung dienlichen Theilen liegen. Die Speichenschlagader und nächst ihr die Schläfenarterie erfüllen am Leichtesten diesen Zweck. Die Carotis, die äußere Kieferarterie, die Achselschlagader, die Schenkel-, die Kniekehlen-, einzelne Fußarterien können die gleichen Dienste im Nothfalle leisten.

1049 Die gesammte statische Kraft (§. 1006.), mit der das Blut an einer Stelle fließt, bestimmt die Größe des Druckes, die zum Verschlusse der Schlagader hinreicht. Die Wirkung, die unser tastender Finger ausübt, darf daher nicht diesen Werth erreichen. Sie muß aber wenigstens so groß sein, daß der Stoß, den die Kammerzusammenziehung erzeugt, deutlich gefühlt wird.

1050 Vier Hauptverhältnisse, die Thätigkeit des Herzens, der Abfluß in die Capillaren, der Zustand der dazwischen liegenden Schlagaderwände und die Nebenkräfte, wie die der Athmung, bestimmen die mannigfachen Erscheinungen des Pulses. Da sich diese Grundbedingungen im gesunden Zustande an beiden Seitenhälften wiederholen, so haben wir hier in der Regel den gleichen Puls an der rechten, wie an der linken Speichenschlagader. Finden sich aber Abweichungen, so zeugt dieses nicht, wie man früher häufig annahm, gegen die reine hydraulische Thätigkeit des Kreislaufes. Die Unterschiede, die dann in den Verhältnissen der Arterien und des Abflusses in Capillaren auftreten, müssen sich auch hier nach mechanischen Gesetzen ausdrücken.

---

[1]) Whitney, in Froriep's neuen Notizen Bd. XXXI. 1844 4. Nr. 663. S. 41.

[2]) Siehe über diese Schlagadergeräusche: Bouilland, Traité clinique des maladies du coeur. Tome I. Paris, 1835. 8. p. 210 und J. Skoda, Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien, 1842. 8. S. 198.

[3]) Pickford, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. 1846. 8. S 231 — 65

Die vielen Pulsarten, welche die Pathologie aufstellt [1]), sind oft nur aus theoretischen Auffassungen hervorgegangen. Es dürfte wenigstens schwer sein, sie jedesmal in der Erfahrung mit unumstößlicher Gewißheit nachzuweisen. Nur die Haupttypen vermögen auf physiologische Gültigkeit Anspruch zu machen.

Die Eigenthümlichkeiten des Pulses können sich in den zeitlichen oder räumlichen Beziehungen oder in beiderlei Verhältnissen zugleich aussprechen. Die Dauer hängt von der Zeit ab, in der die Welle zu dem höchsten Punkt ihrer Skale an der Berührungsstelle emporsteigt. Sie entspricht unter regelrechten Verhältnissen der Austreibung des Blutes aus den Kammern. Der häufige oder langsame Puls (Pulsus frequens und rarus) wird dann nach der Zahl der Schläge, die auf solche Weise in der Minute folgen, bestimmt. Die Unterscheidung des geschwinden und langen Pulses (Pulsus celer und P. tardus) ist verwickelter. Der einzelne Schlag soll hier schnell oder langsam vollendet sein, ohne daß sich die Häufigkeit der Stöße in gleichem Verhältnisse erhöht. Eine große Welle muß daher in kurzer Zeit und umgekehrt hindurchgehen.

Es kommt nicht selten vor, daß nach längeren Zwischenräumen zwei Stöße rasch auf einander folgen (Pulsus dicrotus), der eine stärker, wie der andere ausfällt (P. caprizans), mit dem nachfolgenden verschmilzt oder mit einzelnen unregelmäßigen Doppelschlägen fortgeht (P. intercurrens). Ein Stoß kann nach einer Reihe von Schlägen aussetzen (P. intermittens) oder es vermag sich die Stärke der Schläge stetig zu erniedrigen, bis endlich wieder ein kräftiger Anschlag eine neue Folge bedingt (P. myurus). Der Puls ist endlich bisweilen so schwach, daß er nur den Eindruck eines leisen Zitterns hervorruft (P. formicans, P. tremulus) Er schleicht in anderen Fällen Schlag für Schlag mit einer gewissen Weichheit dahin (P. undulosus) und wechselt in seiner Stärke oder seiner Zeitdauer (P. inaequalis). Weicht er an den entsprechenden Arterien der beiden Seitenhälften ab, so erhält man den verschiedenartigen Puls (P. differens).

Die Füllung der Schlagader bestimmt es, ob man den Pulsschlag groß oder klein (P. magnus und parvus), voll oder leer (P. plenus und vacuus) findet. Die Kraft, mit der der Schlag gefühlt wird, entscheidet, ob er stark oder schwach ist (P. fortis und debilis) und der Widerstand, den er dem Fingerdrucke entgegensetzt, ob er hart oder weich erscheint (P. durus und mollis). Ist er klein, hart und mit einem gewissen Hinderniß in der Folge der Schläge verbunden, so bezeichnet man ihn auch mit dem Namen des unterdrückten Pulsschlages (P. oppressus).

Die zuletzt genannten Pulsarten können aus den verschiedensten Ursachen entstehen. Folgen die Herzschläge rascher auf einander, wird mehr Blut, wie gewöhnlich, in die untersuchte Schlagader eingetrieben, leisten ihre Wände größeren Widerstand oder häufen sich die Hindernisse in den Nebengefäßen oder den Capillaren, so wird sich auch die Spannung der Schlagader vergrößern. Der Zustand der Wände kann dann den Vorübergang der Welle in hohem Grade bestimmen und jene untergeordneten Eigenthümlichkeiten des Pulses veranlassen.

1051 Der Puls fällt, wie es auf den ersten Blick scheint, mit dem Herzstoße zusammen. Prüft man aber die Verhältnisse genauer und vergleicht vorzüglich verschiedene, in ungleichen Entfernungen vom Herzen gelegene Arterien, so bemerkt man nicht selten, daß sie nicht völlig zu den gleichen Zeiten zu klopfen pflegen, weil die Wellenfortpflanzung eine bestimmte Dauer, die mit der Länge des durchlaufenen Weges wächst, in elastischen Röhren in Anspruch nimmt. Sie würde in starren Leitungen bedeutend kleiner ausfallen.

Weitbrecht beobachtete schon, daß die Speichenarterie etwas später, als die Carotis klopft. Liskowius und Wedemeyer bestätigten die-

[1]) Ueber die Unterschiede und die Ursachen der verschiedenen Pulsschläge siehe K. W. Stark, allgemeine Pathologie oder allgemeine Naturlehre der Krankheit. Zweite Abtheilung. Leipzig, 1838. 8. S. 982. J. Budge, Allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft, basirt auf Physiologie. Bonn, 1843. 8. S. 135. und Frey, in Müller's Archiv. 1845. S. 220 — 229.

ses für die Hals- und die Extremitätenschlagadern überhaupt. Arnot[1]) gab an, daß der Puls an der Handwurzel später, als an den Lippen und am spätesten an der Fußwurzel auftrete. E. H. Weber[2]) bemerkte noch keinen Unterschied zwischen der Achselschlagader und der äußeren Kieferarterie. Die letztere Pulsader klopfte dagegen ungefähr $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ Secunde früher, als die an den Fußrücken verlaufende Metatarsea. Verglich ich die Carotis liegender Menschen mit der Wadenbeinpulsader in der Gegend des äußeren Knöchels, so bemerkte man den Unterschied der Schläge bisweilen deutlich und manches Mal nicht. Der Zeitzwischenraum ließ sich jedoch nicht einmal in den glücklichsten Fällen mittelst des Pendels bestimmen. Er mochte ungefähr $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{12}$ Secunde betragen. Diese Erscheinungen müssen übrigens mit den Spannungen der Schlagadern wechseln. Der weichere Puls wird größere Unterschiede, als der härtere geben[3]).

3 Die feinsten Blutgefäßnetze.

1052 Allgemeine Eigenthümlichkeiten der Capillaren. — Die Arterien und Venen schreiten vorzüglich auf dem Wege der Gabeltheilung fort. Gegenseitige Verbindungen gehören hier zu den Nebenerscheinungen. Sie finden sich in den Blutadern häufiger, als in den Pulsadern, erlangen aber selbst in jenen keine solche Ausdehnung, wie in den Capillaren. Denn diese verbinden sich auf die allseitigste Weise netzförmig, so wie sie eine irgend beträchtliche Entwickelung erreichen.

1053 Betrachten wir z. B. die Gefäße der Darmzotte, Fig. 141., so geht die Hauptarterie der Länge nach herauf und die Vene in derselben Richtung hinab. Alles Uebrige dagegen wird von den Theilungsästen dieser Stämme und den Netzbahnen der Capillaren durchzogen.

Fig. 141.



1054 Es kommt ausnahmsweise vor, daß sich eine Schlagader oder eine Blutader in eine Menge untergeordneter Röhren oder Netze auflöst. Die Wundernetze, die dann entstehen, zeichnen sich aber nicht bloß durch die Größe ihrer Zweige, sondern auch durch die Richtung ihrer Blutströme aus. Gehörten sie Arterien an, so geht noch später die Flüssigkeit centrifugal fort. Waren sie Venen, so läuft sie centripetal weiter. Die Capillaren dagegen wenden den Strom aus jener in diese Richtung um.

1055 Zweierlei Haupteigenthümlichkeiten, welche die hydraulischen Verhältnisse des Capillarkreislaufes bestimmen, lassen sich schon aus dieser Eigenthümlichkeit herleiten. Ist auch jedes Capillargefäß so fein, daß es nur mit Hilfe des

[1]) H. Hergt, Diss. de pulsu arteriarum. Jenae, 1837. 8. p. 19.
[2]) E. H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lipsiae, 1834. 4. p. 1. 2.
[3]) Frey, in Müller's Archiv. 1845. S. 228. 229.

Mikroskopes betrachtet werden kann, so wird doch die Summe der zahlreichen dünnen Röhren einen größeren Rauminhalt, als die arteriellen und venösen Stämme, denen sie angehören, einnehmen. Das Flußbett des Blutes gewinnt also hier seine größte Weite und vertheilt sich zugleich in die schmalsten Röhrenleitungen.

Die Winkel, die Biegungen, die Schlängelungen und alle anderen Verhältnisse, welche die Widerstände vergrößern, müssen ihre günstigsten Bedingungen in den Capillaren finden. Es wird am meisten Druckkraft durch Nebeneinflüsse verzehrt werden. Stockungen und andere Unordnungen können am leichtesten eingreifen. 1056

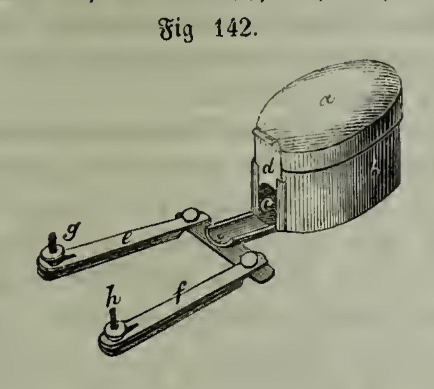
Capillarkreislauf. — Die Blutbewegung der Arterien und Venen läßt sich nur im Großen verfolgen. Viele Einzelnheiten müssen aus den hydraulischen Verhältnissen erschlossen werden; wir können sie nur theilweise mit dem Maaßstab der unmittelbaren Erfahrung prüfen und berichtigen. Der Capillarkreislauf dagegen gewährt den Vortheil, daß man ihn in geeigneten Theilen mikroskopisch zu beobachten vermag. Theorie und Erfahrung können sich dann eher gegenseitig bewachen. 1057

Die Flügel der Fledermäuse, die dünnen, zwischen den Zehen ausgespannten Häute und das Gekröse einzelner Säugethiere, die Schwimmhaut, die Lungen, das Gekröse, die Zunge, und die Harnblase der Frösche und verwandter Geschöpfe, der Schwanz der Fische, die Kiemen der Sirenen, der Salamander- und der Froschlarven, die durchsichtigen Theile der Embryonen aller Wirbelthiere und viele ausgebildete oder in ihrer Entwicklung begriffene wirbellose Geschöpfe eignen sich am Besten zu solchen Untersuchungen. Wir werden in der Sinnenphysiologie sehen, daß jeder Mensch Spuren des Capillarkreislaufes seines eigenen Auges mittelst einzelner subjectiver Gesichtserscheinungen wahrnehmen kann.

Die Frösche werden am häufigsten zu solchen Zwecken benutzt. Ihre großen Blut- und Lymphkörperchen gewähren manche Vortheile, die andere Säugethiere nicht darbieten. Die Kreislaufsverhältnisse gleichen aber in allen wesentlichen Beziehungen denen der höheren Geschöpfe.

Man hat viele Froschhalter, welche die Beobachtung erleichtern, empfohlen. Fig. 142. stellt den Apparat, den C. Emmert [1]) angegeben hat, und dessen ich mich auch seit Jahren bediene, dar. Eine mittelst eines Deckels *a* verschlossene Blechbüchse *b* nimmt den in Leinwand eingewickelten Frosch auf. Ein Fuß desselben wird durch die Oeffnung *c* hervorgezogen und mittelst des Schiebers *d* so festgestellt, daß kein störender Druck einwirkt. Die Bügel tragen gepolsterte und in wagrechter Richtung drehbare Doppelplatten, *e* und *f*, die durch die Schrauben *g* und *h* zusammengebracht werden können. Sind die äußersten Fußzehen zwischen sie eingeklemmt, so kann man den Blutlauf der Schwimmhaut die längste Zeit hindurch ungestört beobachten.

Fig 142.



Da sich *e* und *f* in wagerechter Richtung zu drehen vermögen, so ist man im Stande, den Fuß mehr oder minder auszuspannen. Drückt man *d* tiefer hinab, so wird der Oberschenkel so sehr eingeschnürt, daß bald Unordnungen im Kreislaufe entstehen. Diese lassen sich daher mit Leichtigkeit zu bestimmten Beobachtungszwecken hervorrufen.

[1]) C. Emmert, Beiträge zur Pathologie und Therapie. Heft. I. Bern, 1842. 8. Seite 45.

Will man die Blutbewegung in den Lungen des Frosches zur Anschauung bringen, so schneidet man die Haut und die Muskeln an dem oberen Seitentheile der Bauchhöhle vorsichtig durch. Die Athembewegungen treiben dann meist die gefüllte Lunge von selbst heraus. Man führt sie durch den Schlitz eines Leinwandläppchens, das den übrigen Frosch einhüllt und legt sie unmittelbar unter das Mikroskop. Der Kreislauf stellt sich hier am prachtvollsten dar. Es kommt nur bisweilen vor, daß die Lunge zusammenfällt. Ist sie aber nicht verletzt worden, so wird sie früher oder später von dem Thiere selbst von Neuem aufgeblasen.

Die Untersuchung des Gekröses ist mit vielen Grausamkeiten verbunden und liefert im Ganzen die unvollständigsten Anschauungen. Man schneidet zu diesem Zwecke ein viereckiges Loch in eine Korkplatte und befestigt in dieser eine Glasscheibe, über welcher man das hervorgezogene Gekröse des Thieres ausbreitet. Die entsprechenden Darmtheile werden mit Nadeln auf dem Korke festgestochen.

Kleinere Thiere, die leicht fortspringen, müssen in feuchtes Löschpapier gehüllt werden, damit sie ruhiger liegen bleiben. Embryonen der Vögel oder Säugethiere werden am zweckmäßigsten unter lauwarmen Wasser untersucht.

1058 Betrachtet man den Capillarkreislauf eines mäßig ausgespannten Froschfußes unter einer 164maligen Vergrößerung, so sieht man, wie das Blut die meisten Netzbahnen in einem fortlaufenden Strome rasch durchsetzt. Die einzelnen Blutkörperchen lassen sich in der Regel nicht mehr unterscheiden; es hat vielmehr den Anschein, als eile eine röthliche Flüssigkeit mit großer Geschwindigkeit dahin oder als strömten Gebilde von unbestimmt elliptischer Form in einer farblosen Masse. Der Grad der Färbung wechselt mit der Menge von Blutkörperchen, die im Augenblick durchfließen.

1059 Gebraucht man eine Durchmesservergrößerung von 102 oder 64, so wird die scheinbare Schnelligkeit so sehr verringert, daß man die einzelnen Blutkörperchen leichter unterscheidet. Man erkennt dann, wie sie sich dem Rauminhalt der Gefäßröhren anpassen und bald einzeln hinter einander hergehen, bald reihenweise fortschreiten. Sie drehen sich dabei bisweilen, stellen sich quer oder schief, drücken sich nicht selten wechselseitig und drängen sich mit ihrer größeren Längenaxe durch schmalere Gefäße durch. Sie werden hierdurch nicht selten zusammengepreßt und springen elastisch zurück, so wie sie von Neuem in einen weiteren Raum eintreten.

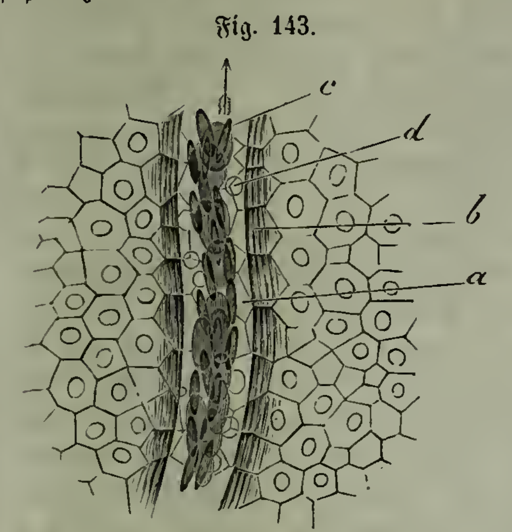
1060 Manche Gefäße sind so fein, daß sie die größeren Blutkörperchen beharrlicher zurückweisen. Sie prallen häufig an ihren Einmündungsstellen an, ohne in sie einzudringen. Gelingt dieses einzelnen von ihnen, so zwängen sie sich langsamer durch. Da aber die Hauptfarbe des Blutes von den Blutkörperchen abhängt, so bleiben die dünnsten Capillaren durchsichtiger und heller und fallen deshalb im Ganzen weniger ins Auge.

Man hat diese auch als seröse Gefäße besonders unterschieden (C. H. Schultz). Sie bilden jedoch kein eigenes eingeschaltetes System, sondern finden sich hier und da vereinzelt zwischen den übrigen Capillarnetzen zerstreut. Erwägt man übrigens, wie leicht die zarten Gefäßnetze ihre Durchmesser ändern und wie sehr es außerdem von Nebenverhältnissen abhängt, ob Blutkörperchen durchgetrieben werden oder nicht, so wird man um so eher geneigt, jeden besonderen Unterschied der feinsten Blutröhrchen von den übrigen Capillaren aufzugeben.

1061 Wir haben früher (§. 112.) gesehen, daß sich Flüssigkeiten, die durch dünne Röhren strömen, im Umkreise träger, als in der Mitte bewegen. Die Anschauung der Vogelperspective, die das Mikroskop liefert, zeigt dann

zu beiden Seiten eine lineare Schicht, in welcher nicht mehr die Bewegung in die Augen fällt. Diese physikalische Erscheinung wiederholt sich häufig in den Capillargefäßen. Sie tritt nur hier der geringeren Adhäsionsverhältnisse wegen sparsamer auf und kommt überhaupt erst in dünneren Gefäßen zu Stande.

Fig. 143.



1062 Stellt z. B. Fig. 143. ein Gefäßchen des Froschfußes dar, so sieht man die Wände desselben, *b*, durch das Pflasterepithelium der äußeren Haut hindurch. Der Hauptstrom der Blutkörperchen, *c*, geht in der Mitte fort. Die lineare oder unbewegliche Schicht der Blutflüssigkeit, *a*, liegt zwischen ihm und den Gefäßwänden *b* und bildet ein helles farbloses Band, dessen Breite in hohem Grade wechseln kann.

1063 Da die Blutkörperchen specifisch leichter, als die Lymphkörperchen des Blutes sind, so werden sie eher von dem stärkeren Mittelstrome fortgerissen. Ihre Form kann noch diese Erscheinung begünstigen. Verirrt sich hin und wieder eines in die unbewegliche Schicht, so ruht es hier einen Augenblick oder dringt langsamer vorwärts. Es schwankt nicht selten hin und her oder geht etwas vor und rückwärts, bis es endlich von dem Mittelstrome von Neuem fortgerissen mit den übrigen Blutkörperchen dahineilt.

1064 Die kugelförmigen Lymphkörperchen des Blutes (*d*, Fig. 143.) gelangen häufig in die lineare Schicht. Sie ruhen hier eine Zeit lang oder rollen an den Wänden langsamer und oft gleichförmiger, als die Blutkörperchen dahin. Der Mittelstrom erschüttert sie bisweilen. Kommen sie ihm nahe, so werden sie früher oder später fortgerissen.

1065 Da die unbewegliche Schicht eine Adhäsionserscheinung bildet und von dem Durchmesser der Röhren und der Geschwindigkeit der durchgehenden Flüssigkeit abhängt, so wechselt sie nicht bloß in den verschiedenen Capillargefäßen, sondern kann auch in einem und demselben Aestchen zu einer Zeit hervortreten und zu einer anderen gänzlich mangeln. Die Bedingungen ihres Erscheinens liegen aber in verwickelteren Verhältnissen.

1066 Sie setzt natürlich immer eine gewisse Kleinheit des Durchmessers voraus. Wir vermissen sie daher noch immer in den zarteren Schlag- und Blutadern und selbst in den breitesten Capillarröhren. Da sie aber nicht bloß von diesen Verhältnissen, sondern auch von der Adhäsion und der Geschwindigkeit bestimmt wird, so erklärt es sich, weshalb bisweilen breitere Gefäßchen eine stärkere unbewegliche Schicht, als schwächere dar-

bieten können. Die Kälte begünstigt ihr Auftreten in hohem Grade. (§. 114.)[1])

1067 Ist sie auch nicht vollständig gesondert, so geht doch immer die Blutflüssigkeit in dem Umkreise langsamer, als in der Mitte fort. Eine verhältnißmäßig ruhigere Lage derselben benetzt fortwährend die Wandungen.

Dieses Verhältniß kommt den Ernährungserscheinungen zu Statten. Die Stoffe, welche die Blutmasse ausscheidet, stammen unmittelbar aus der Blutflüssigkeit und nicht aus den Blutkörperchen. Die Mutterlauge, welche die Nahrungsstoffe abgiebt und die dargebotenen Verbindungen einsaugt, streicht daher langsam an den porösen Wänden hin und kann so ihren Dienst länger versehen.

1068 Kreist auch das Blut ungehindert fort, so bemerkt man nicht selten einzelne untergeordnete Störungen. Sie zeigen sich an den Einmündungsstellen zweier oder mehrerer Capillarröhrchen am leichtesten. Ein oder mehrere Blutkörper bleiben dann hier zurück, bewegen sich hin und her und werden erst später von dem regelmäßigen Strome fortgeführt. Der Kreislauf kann auch in einem Gefäße für einige Augenblicke gänzlich ruhen. Der Stoß der benachbarten Ströme erzeugt allmählig eine leise Schwankung der Blutsäule, die noch im Anfange auszusetzen pflegt, später gleichförmiger wird, endlich in eine einseitigere Bewegung übergeht und sich so zuletzt in den regelrechten Blutlauf verwandelt.

1069 Hat die Stockung längere Zeit gedauert, so giebt sich auch der größere Widerstand deutlicher zu erkennen. Da die Blutflüssigkeit leichter durchgeht, so häufen sich verhältnißmäßig mehr Blutkörperchen in der kleinen Röhre an und röthen sie lebhafter. Die Endtheile, welche an die regelrecht kreisenden Blutsäulen grenzen, geben am ehesten nach. Einzelne Blutkörperchen lösen sich hier los und dringen unmittelbar oder nach einigen Schwankungen in benachbarte Netze. Die Stoßbewegung verbreitet sich von hier aus immer weiter. Die ganze Säule geht mit der Kammerzusammenziehung vor und ruht dann wieder oder weicht selbst zurück. Die pulsatorische Bewegung kehrt unter diesen Verhältnissen in einem Capillarzweigchen wieder. Hat sie eine Zeit lang gedauert, so wird der Blutstrom mit einem Male fortgerissen oder die einzelnen Stöße verkürzen sich der Zeit nach immer mehr und gehen endlich in eine fortlaufende Bewegung übet. Die gleiche Erscheinung kann sich in einer Reihe von Capillarästchen wiederholen.

1070 Kommen die netzförmigen Bahnen an verschiedenen Punkten mit regelmäßig fließendem Blute in Berührung, so reißen nicht selten die benachbarten lebhaften Ströme Blutkörperchen des Stockungstheiles mit sich fort. Die Verhältnisse, die eben geschildert worden, kehren daher an mehreren Orten zugleich wieder.

1071 Untergeordnete Einflüsse bringen schon nicht selten den Kreislauf in Unordnung. Vertrocknet der Theil, den wir mikroskopisch untersuchen, so

---

[1]) Vergl. Poiseuille, in den Annales des sciences naturelles. Zoologie. Seconde Série. Tome V. Paris, 1836. 8. p. 113. 114.

verlangsamt sich sein Kreislauf. Die Blutkörperchen gehen nicht bloß mit verminderter Schnelligkeit weiter, sondern werden auch von Zeit zu Zeit stoßweise vorwärts getrieben. Die Bewegung kann dabei noch in den benachbarten arteriellen und venösen Zweigchen lebhaft und anhaltend fortdauern. Die Biegungen und die Einmündungsstellen, die am leichtesten Widerstände erzeugen, stören auch am ehesten. Die Blutkörperchen stocken hier eine Zeit lang und rücken stoßweise oder hin und her fort, als besännen sie sich, in welches Netzzweigchen sie eintreten sollten.

1072 Der Druck der Nachbartheile greift oft sichtlich ein. Zieht sich ein Muskel kräftig zusammen, so geräth nicht selten der Capillarblutlauf im Augenblicke der Verkürzung in Unordnung. Spannt man die Fußhaut des Frosches stärker aus, so verlangsamt sich die Bewegung in den meisten der gedrückten Capillaren in auffallender Weise. Die Blutkörperchen dringen oft in sparsamer Menge in sie ein, gehen mit Mühe durch oder werden nur stoßweise fortgetrieben. Eine größere Menge von ihnen häuft sich in den benachbarten Gefäßchen an und dringt hier schneller durch. Enthalten die gedrückten Röhrchen vereinzelte Blutkörperchen, so entziehen sie sich leichter dem Anblick. Sie bilden oft stellenweise weiße Streifen, die sich nur durch die Begrenzungsränder ihrer Wandungen kenntlich machen.

1073 Ist der Druck zu stark, so stockt sogleich der gesammte Blutlauf. Die röthlichen, dicht an einander gelagerten Blutkörperchen füllen dann das ganze Gefäßchen oder einen Theil desselben aus, legen sich oft mit ihren platteren Flächen an einander und erzeugen so das täuschende Aussehen, als sei der entsprechende Gefäßtheil mit einer rothen, fortlaufenden Masse von unbestimmter Gestalt gefüllt.

1074 Untersucht man Froschlarven, so brauchen nur die Thierchen mit ihrem Schwanze kraftvoll gegen die Glasplatte zu schlagen, damit die Blutbewegung der getroffenen Theile für längere Zeit still steht. Ein anhaltender Druck auf den Oberschenkel des Frosches führt zu demselben Ergebnisse. Wirkt er schwächer, so erhält man eine verlangsamte Bewegung, die sich häufig stoßweise verstärkt.

1075 Der bloße Reiz der Luft kann alle Erscheinungen, welche die Vorläufer der Stockung bilden, veranlassen. Waren die Theile früher in inneren Höhlen eingeschlossen, so geben sich seine Einflüsse leichter zu erkennen. Sie stören daher häufig den Blutlauf des Gekröses oder der Harnblase.

1076 Die anhaltende Wirkung der Kälte führt zuletzt immer zu Stockungen des Capillarkreislaufes. Legt man ein Stück Eis auf die Schleimhaut des Frosches, so bleibt die Bewegung im Anfange unverändert oder wird sogar noch für kurze Zeit beschleunigt. Sie nimmt aber bald darauf merklich ab und hört in einzelnen Capillaren binnen Kurzem auf. Die Blutsäulchen schreiten häufig, ehe dieses geschieht, stoßweise während der Kammerzusammenziehung vor und gehen zur Zeit der Erweiterung der Ventrikel in geringem Grade zurück. Das Gleiche wiederholt sich noch deutlicher in den kleinen Schlagadern. Das Blut fließt hier rasch im Augenblicke der Systole centrifugal fort und geht zur Zeit der Diastole ein Mal oder selbst mit einem dazwischen liegenden Ruhepunkte zwei Mal rückwärts. Der Fall,

daß die Berührung des Eises den Kreislauf anhaltend beschleunigt, kommt im Ganzen seltener und nur dann vor, wenn die Kälte nicht durchgreifend genug wirkt.

1077 Taucht man denselben Froschfuß, an dem man die eben erwähnten Beobachtungen angestellt hat, in kochendes Wasser, so geben häufig verschiedene Stellen der Schwimmhaut eine gute Gelegenheit, die mannigfachen Wirkungen der Hitze neben einander wahrzunehmen. Die Capillaren sind an einzelnen Punkten nicht verändert, an anderen dagegen verengt. Das Blut strömt dann häufig mit beschleunigter Geschwindigkeit durch. Man findet sie aber auch hier offen und durchsichtig und dort dunkel, roth und mit stockendem Blute angefüllt. Manche nehmen viel Blutflüssigkeit und wenig Blutkörperchen auf, während andere eine größere Menge der letzteren hindurchlassen.

1078 Verbrennt man ein Stück der Schwimmhaut, so stockt das Blut in den Capillaren der Brandstelle und der nächsten Umgebung. Es kommt vor, daß hier einzelne Gefäße zerreißen und ihr Blut, das bald gerinnt, ergießen. Die Bewegung ist in der Regel in der Nähe der Brandstelle beschleunigt. Das Gebiet, in dem diese Unregelmäßigkeit auftritt, grenzt sich oft ziemlich scharf ab. Man bemerkt nicht selten, wie sich Capillaren, in denen das Blut stockt oder in denen nur helle weiße oder mit Blut gefüllte Streifen auftreten, und solche, in welchen die Blutmasse rascher fortströmt, unmittelbar berühren. Ein Nebenzweigchen der Grenzlinie bietet nicht selten einen verlangsamten oder einen pulsatorischen Blutstrom dar. Die Bewegung stockt auch wohl in ihm augenblicklich, um bald darauf mit neuer Kraft zu beginnen.

1079 Wirken chemische Verbindungen, wie Weingeist, Aether, Säuren, Alkalien oder Salzlösungen, so erzeugen sich immer verwickeltere Verhältnisse Sie können auf dem Wege der Anziehung in das Blut gelangen, die regelrechten Verhältnisse stören und so Gerinnung und Stockung veranlassen. Alle scharfen Lösungen höherer Dichtigkeitsgrade, alle starken Weingeist- oder Aetherarten wirken vorzüglich auf diesem Wege. Stellen wir dagegen mit verdünnteren Flüssigkeiten Versuche an, so können sie nicht bloß die Blutmasse selbst verändern, sondern auch die Reizbarkeit der Gefäßwände in Thätigkeit setzen. Es wird dann von den Gesammtverhältnissen abhängen, ob wir Verengerung oder Erweiterung der Capillaren erhalten und ob in ihnen das Blut schneller oder langsamer, anhaltend oder pulsatorisch fließt und nach und nach oder augenblicklich stockt.

1080 Verkürzung der Gewebe der Capillarwände. — Wir haben früher (§. 1035.) gesehen, daß die Schlagadern ihren Rauminhalt zu ändern im Stande sind. Diese Eigenschaft kehrt in verstärktem Maaße in den Capillaren wieder.

1081 Da der Puls in den kleineren Arterien aufhört und der Druck des anhaltenden Capillarstromes gleichförmiger bleibt, so bemerkt man hier keine abwechselnde Raumveränderung der Gefäßröhren. Die Elasticität, welche die Arterien nöthig hatten, fällt in den feinsten Gefäßnetzen weniger auf.

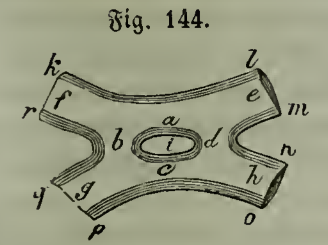
Ein verhältnißmäßig hoher Grad von Dehnbarkeit war hier unerläßlich. Da häufig die Blutbewegung der Capillaren an einzelnen Stellen stockt, so mußten die benachbarten Röhren einen nicht unbedeutenden Grad von Nachgiebigkeit besitzen, um die überschüssige Blutmasse aufzunehmen und abzuleiten. Sollte sich das Mißverhältniß später ausgleichen, so konnte dieses nur möglich werden, wenn sie wieder zu ihrem früheren Umfange mit Leichtigkeit zurückkehrten. 1082

Hätte die Natur die bloße Elasticität zur Erfüllung dieser Foderung benutzt, so wäre eine selbstständige Veränderung des Flußbettes unmöglich gewesen. Besaßen dagegen die Capillaren die Fähigkeit, sich rasch zu verengern oder zu erweitern, so konnten sie auch von sich die Menge des durch sie hindurch fließenden Blutes bestimmen. 1083

Die tägliche Erfahrung verräth schon diese ihre Eigenschaft. Erblaßt plötzlich die Haut eines Menschen vor Schreck, Kummer oder Aerger, so müssen die feinsten Gefäße weniger Blut oder weniger Blutkörperchen durchlassen. Röthet sich sein Gesicht vor Schaam oder Zorn, so kann nur das Umgekehrte die Veränderung bedingen. Stockt das Blut, so wird es nach und nach dunkeler werden. Die hellrothe Farbe, die im Anfange vorhanden ist, geht auch in der That später in eine bläulichrothe über. 1084

Da die Capillarwände Längen- und Querfasern außer ihrem Epithelium enthalten[1]), so bleibt es denkbar, daß sich nicht immer alle Gewebe derselben gleichzeitig zusammenziehen. Verkürzen sich nur die Querfasern, oder behalten sie die Oberhand, so wird sich der Durchmesser der zarten Röhren noch mehr verengen. Die überwiegende Thätigkeit der Längenfasern dagegen kann sie möglicher Weise erweitern. Denken wir uns die Verhältnisse schematisch dargestellt, so sei *a b c d*, Fig. 144., ein Capillarnetz, das sich mit *e f g h* in benachbarte Gefäße fortsetzt. Gehen die Längenfasern um den Maschenraum *i* herum und ziehen sie sich außen längs *k l*, *m n*, *o p* und *q r* hin, so wird natürlich ihre Verkürzung den durch *a b c d* bestimmten Raum vergrößern. Man kann daher nicht mit Gewißheit sagen, daß nothwendiger Weise die Erweiterung der Capillaren mit der Erschlaffung ihrer Wände verbunden ist. 1085

Fig. 144.



Verfolgen wir diese Erscheinungen stellenweise, so sehen wir, daß das Verkürzungsvermögen nach den feinsten Blutgefäßnetzen hin nach und nach zunimmt. Eine Gekrösschlagader der Feuerkröte verengt sich schon nach Schwann[2]) durch den Einfluß des kalten Wassers um das Zwei- bis Dreifache ihres Durchmessers in 10 bis 15 Minuten und kehrt später allmählig zu ihrem früheren Rauminhalte zurück. Die Größe der Höhlungen der Capillaren wechselt nicht nur noch bedeutender, sondern sie hat 1086

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. S. 679. 680.

[2]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Vierte Auflage. Bd. I. Seite 170.

auch nur wenige Augenblicke zu ihren Uebergängen von einer äußersten Grenze zur andern nöthig. Diese Fähigkeit verliert sich dann wieder, so wie man in dem Bereiche der Blutadern fortschreitet.

1087 Geschwindigkeit des Capillarkreislaufes. — Vergleicht man die noch vollkommen lebhafte Blutbewegung der Lungen und der Schwimmhaut eines Frosches, so wird man bemerken, daß das Blut diese beiden Arten feinster Gefäßnetze mit ungleichen Schnelligkeitsgraden durchläuft. Der Unterschied kann selbst in einem und demselben Capillarsystem wiederkehren. Wir sehen auch in der That häufig genug, wie die Flüssigkeit durch einen Theil der Blutgefäßnetze des Froschfußes schneller, als durch einen anderen strömt.

1088 Setzen wir voraus, daß der Druck derselbe bleibt, so wird sich der Blutlauf in sehr engen und langen oder in vielfach gewundenen Gefäßröhrchen verlangsamen. Weite Capillaren dagegen, die sich in kurzen Strecken netzförmig verbinden, können bisweilen den Durchtritt beschleunigen. Stößt das Blut auf Hindernisse in einem Theile des Capillarsystems, so kann es ein benachbartes rascher durchsetzen. Breiten sich die Widerstände in größeren Strecken aus, so muß sich die Wirkung bis auf die Schlagadern erstrecken. Sie klopfen daher auch stärker in einem entzündeten Organe, dessen feinste Blutgefäßnetze unwegsam geworden sind.

1089 Die Verengerung der Capillaren vergrößert die Schnelligkeit der Blutbewegung, wenn die Verkleinerung des Flußbettes oder eine außergewöhnliche Druckverstärkung einen bedeutenderen Einfluß, als der Widerstand der Wandungsoberflächen ausübt Können die letzteren Hindernisse das Uebergewicht erhalten, ohne daß sich die Spannung in entsprechendem Maaße erhöht, so wird sich der entgegengesetzte Erfolg kund geben. Hydraulische Versuche, die an Glasröhren angestellt worden, lassen sich nicht in dieser Hinsicht mit Sicherheit auf die Capillarerscheinungen übertragen, weil die Unebenheiten des Glases größer, als die der Innenhaut der zarten Gefäßröhren sind.

1090 Erweitern sich die Capillaren, während der Druck derselbe bleibt, so kann sich die Strömung verlangsamen. Es wird dann zuerst eine größere Menge von Blutflüssigkeit, als von Blutkörperchen durchgehen. Die Anhäufung fester ungleicher Gebilde mehrt die Hindernisse und es kann auf diese Art binnen Kurzem eine völlige Stockung zu Stande kommen.

1091 Es ist hiernach, wie man sieht, unmöglich, die Schnelligkeit des Blutlaufes mit völliger Sicherheit zu bestimmen. Wechselt sie nicht bloß in jedem einzelnen Theile, sondern auch an verschiedenen Stellen desselben Organes, ändert sie sich überdieß durch die geringfügigsten Nebenverhältnisse, die nicht bloß das geprüfte Stück, sondern auch andere Werkzeuge des Körpers treffen, sind wir endlich nicht im Stande, den gesammten Blutlauf eines einzelnen Thieres mikroskopisch zu verfolgen, so können wir selbst nicht vollkommen genügende Mittelzahlen auf diesem Gebiete erreichen. Man vermag höchstens anzugeben, mit welcher ungefähren Geschwindigkeit die Blutmasse einzelne leichter zugängliche Capillarsysteme durchströmt.

Ein anderer Umstand erhöht noch die Unsicherheit dieser Bemühungen. 1092
Da man das Mikroskop zu Hilfe ziehen muß, so kann man nur kleine Strecken auf ein Mal überblicken. Die scheinbare Schnelligkeit vergrößert sich hier mit der Stärke der Vergrößerung. Wir bestimmen sie nach dem Verhältnisse der Zeit zu dem durchlaufenen Raume. Sagen wir, ein Körper geht mit einer Secundengeschwindigkeit von einem Meter dahin, so heißt dieses, daß er einen Meter in einer Secunde durchläuft. Sehen wir ihn aber hundert Mal vergrößert, so wird er hundert Meter in derselben Zeit zu durchsetzen und sich daher hundert Mal rascher zu bewegen scheinen. Das Blut durchläuft auch dem äußeren Ansehen nach die Capillaren um so schneller, je stärkere Vergrößerungen man anwendet. Der Raum, den man hierbei überblickt, ist in der Wirklichkeit um den Vergrößerungswerth verringert und es wird fast unmöglich, die Zeit, die hierzu nöthig ist, mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen.

Sind zwei oder mehrere Fäden, deren wirkliche Entfernung man kennt, in dem Ocular des Mikroskopes angebracht, so kann man sie unmittelbar als Grenzpunkte des durchlaufenen Raumes benutzen. Ein Glasmikrometer, das man in das Diaphragma einlegt, leistet dieselben Dienste. Will man nicht die Zeit durch einen Gehilfen an einer Secundenuhr abzählen lassen, so hält man sich eine Uhr, die etwa 130 Schläge in der Minute macht, an das Ohr, zählt die Menge von diesen für den durchlaufenen Raum ab und berechnet hieraus die Secundengeschwindigkeit.

Hales[1]) hat schon einige Versuche gemacht, die Schnelligkeit des Capillarblutlaufes zu bestimmen. Er fand 0,3 Mm. für die Bauchmuskeln des Frosches und angeblich 43 Mal so viel für die Lungen. 1093

E. H. und Ed. Weber[2]), welche die Schnelligkeit der Blutbewegung in dem Schwanze von Froschlarven untersuchten, erhielten 0,45 in einer, 0,64 in einer zweiten und 0,63 Mill. in einer dritten Untersuchungsreihe. Die mittlere Secundengeschwindigkeit betrug hiernach 0,57 Mm. Sechs Beobachtungen, die ich in den feineren Capillaren der Schwimmhaut eines Frosches anstellte, gaben mir im Durchschnitt 0,24 Mm. und 18 Untersuchungen an einem anderen Thiere der Art 0,78 Mm. Ziehen wir das Mittel aus allen diesen 24 Einzelprüfungen, so erhalten wir 0,51 Mm. Anhang Nr. 51.

Wir können hiernach als ungefähren Werth annehmen, daß das Blut in den eben erwähnten Fällen 1 Secunde Zeit für ein halbes Millimeter linearen Fortschrittes nöthig hatte. Eine Minute gäbe hiernach 3 Centimeter und eine Stunde 1,8 Meter. Ein Meter würde 33 Minuten 20 Secunden in Anspruch nehmen. Man sieht leicht, daß die Bewegung mit solcher Langsamkeit erfolgt, daß wir sie nur mit besonderer Aufmerksamkeit mit freiem Auge verfolgen könnten. 1094

Die Brüder Weber versuchten auch noch, die Schnelligkeit, mit der die Lymphkörperchen in dem Schwanze der Froschlarven dahinrollen, zu bestimmen. Sie fanden 0,033 in einer und 0,061 Mm. in einer zweiten Untersuchungsreihe. Der Durchschnittswerth gliche hiernach 0,047 Mm. 1095

[1]) Hales, a. a. O. p. 58.
[2]) E. H. Weber, in Müller's Archiv I. 1838. S. 466.

oder ungefähr $^1/_{12}$ des Werthes, den dieselben Beobachter für die Blutkörperchen in dem Schwanze der gleichen Thiere gefunden haben.

Da sich das Flußbett nach den Venen hin verengt, so nimmt hier die Geschwindigkeit des Blutlaufes von Neuem zu. Eine kleine mikroskopische Blutader der Schwimmhaut des ersten der oben erwähnten Frösche ergab mir 0,287 Mm. im Mittel von 3 und eine eines zweiten Thieres der Art 0,857 Mm. Secundengeschwindigkeit im Mittel von 4 Beobachtungen. Diese Werthe übertrafen die Minima und die meisten Durchschnittszahlen, nicht aber die Maxima, die einige benachbarte Capillaren darboten.

Anhang Nr. 51.

1096 Wir werden in der Folge (§. 1177.) sehen, daß das Blut kaum eine Minute nöthig hat, um den kleinen und einen bedeutenden Theil des großen Kreislaufes zu durchsetzen. Die Langsamkeit, mit der es in den Capillaren fließt, scheint diesem Satze zu widersprechen. Bedenken wir aber, daß es nur die kürzeste Strecke in diesen engen Gefäßen verweilt, sonst dagegen mit stärkerer Geschwindigkeit in den weiteren Röhren dahineilt, so kann sich leicht das gegenseitige Mißverhältniß so ausgleichen, daß eben die Gesammtbahn in weniger als einer Minute vollendet wird.

Die Veränderungen, welche die Blutüberfüllung, die Entzündung und ähnliche Zustände in dem Capillarblutlaufe anregen, werden uns in der Darstellung der Ernährungserscheinungen ausführlicher beschäftigen.

1097 Absterben des Capillarkreislaufes. — Erlahmt die Herzthätigkeit, so daß die einzelnen Schläge in größeren Zwischenräumen folgen, so strömt auch nicht mehr das Blut in anhaltendem Flusse durch die feinsten Gefäßnetze. Es rückt dann stoßweise fort und geht selbst im Augenblicke der Herzerweiterung zurück. Wachsen die Hindernisse, die sich dem centrifugalen Laufe entgegensetzen, so kehrt die gleiche Erscheinung wieder. Man kann sie daher durch Unterbindung aller Blutadern künstlich erzeugen. Dieser Versuch versinnlicht zugleich, wie sich die Druckkraft des Herzens bis in die Capillaren und die kleinsten Venenanfänge fortpflanzt.

1098 Spannt man die Schwimmhaut eines lebenden oder eben getödteten Frosches vorsichtig aus und trennt dann das zu ihr gehörende Bein von dem übrigen Körper, so steht die Bewegung in den Capillaren nicht im Augenblicke still. Die Strömung erhält sich vielmehr noch eine Zeit lang und nicht selten 5 bis 15 Minuten.

1099 Man hat häufig diese Thatsachen als einen Beweis der selbstständigen Thätigkeit der feinsten Gefäße angesehen. Das Herz selbst sollte das Blut nicht ohne lebendige Nebenhilfe durch die Capillaren treiben Diese leiteten es vielmehr mittelst ihrer selbstständigen Verkürzung weiter fort.

Eine genauere Prüfung der Verhältnisse lehrt aber eher das Gegentheil. Das Blut bewegt sich nur in den Capillaren, so lange es aus den verletzten größeren Gefäßen ausströmen oder in neue Räume eindringen kann. Verschließt man diese Auswege, so steht auch Alles still. Die Flüssigkeit geht überdieß nicht in einer bestimmten einseitigen Richtung, wie im Leben, sondern wie es die zufälligen Nebenverhältnisse bedingen, fort. Sie dringt rückwärts in die Schlagadern, so wie aus diesen eine größere Blutmenge abfließt. Nimmt die gesammte Flüssigkeitsmasse ab, so

verengen sich dabei die Capillaren allmählig. Eine abwechselnde Druckwirkung ist nie wahrzunehmen.

4. Die Blutadern.

Ursachen der Blutbewegung in den Venen. — Der Druck, der von der Kammerzusammenziehung ausgeht, pflanzt sich in die Capillaren und die Venenwurzeln hinein fort. Das dunkelrothe Blut erhält so eine Rückenkraft, die es centripetal zu treiben sucht. 1100

Die Widerstände, welche die engen Durchgänge der feinsten Gefäßnetze erzeugen, werden einen Theil dieser Druckwirkung aufzehren. Füllen wir eine zweischenkelige Röhre, deren Umbiegungstheil sehr dünn ist, mit Wasser oder Quecksilber, so stellt sich kein genaues hydrostatisches Gleichgewicht her. Die Flüssigkeit bleibt auf einer höheren Stelle an der Seite, an welcher sie eingegossen worden, stehen. Wirkt auf sie eine bestimmte Druckkraft, so geht ein Theil von ihr durch die Hindernisse der Verdünnngsstelle verloren. Die Pressung des Schlagaderblutes kann sich daher ebenfalls nur in geringerem Grade in den Blutadern wiederholen. 1101

Die Kammerzusammenziehung treibt von Zeit zu Zeit eine bestimmte Blutmenge in die Anfänge der Schlagadern. Ein Theil davon rückt auf der Stelle centrifugal fort, ein anderer dagegen wird zur Raumvergrößerung der Arterien verwendet. Diese letztere Menge schreitet erst unter regelrechten Verhältnissen während der Kammerdiastole weiter. Denken wir uns aber die Blutmasse, die innerhalb der Zeit eines Herzschlages vorwärts geht, als eine bestimmte Einheit, die ihr entsprechendes Aequivalent in den einzelnen Strömungsmengen des Gefäßblutes hat, so gelangt dieses nach den Capillaren hin in immer weitere Flußbette. Die Geschwindigkeit wird daher mehr und mehr abnehmen. Die Innenräume der sämmtlichen Venen, die aus einem Gebiete von Capillarnetzen entspringen, fallen zwar kleiner, als die Summe der Höhlen der netzförmigen Gefäße, mit denen sie verbunden sind, aus. Da aber immer eine bedeutendere Menge von mittelgroßen Blut- als von Schlagaderstämmen vorhanden ist und überdieß noch jene geräumiger als diese zu sein pflegen, so wird hier das Blut um so langsamer fließen, je mehr diese Raumverschiedenheiten eingreifen. Die Rückenkraft erzeugt daher geringeren Druck und geringere Geschwindigkeit. 1102

Borelli nahm an, daß sich die Räumlichkeit des Venensystems zu der der Schlagadern wie 4 : 1 und Haller, daß sie sich 2,25 : 1 verhalten. Legen wir auch kein Gewicht auf solche Zahlen, die keine irgend sichere Bürgschaft darbieten, so lehrt doch schon die unmittelbare Anschauung, daß die Summe der Höhlungen der Blutadern die der Pulsadern bedeutend übertrifft. Einzelne Venen erweitern sich auch in ihrem Verlaufe, ohne daß sie beträchtliche Nebenzweige aufnehmen. Manche vergrößern sich an verschiedenen Stellen. Die Orte, die unmittelbar über Klappen liegen oder in denen Seitenzweige münden, zeichnen sich in dieser Hinsicht am häufigsten aus.

Bedenken wir, daß die Kammerzusammenziehung ihre Bestimmung erfüllt, wenn sie die Blutmasse von den Ventrikeln nach den Vorhöfen 1103

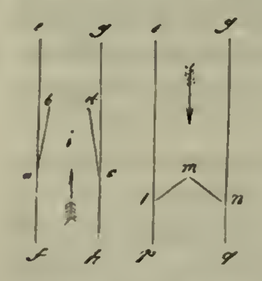
durch die Gefäßkreise schiebt, so wird sie allen Foderungen genügen, wenn nur das Venenblut einen geringen Ueberschuß von Druckkraft in der Nähe des Herzens übrig behält. Der größte Theil der ursprünglichen Pressung kann ohne Nachtheil auf den Zwischenbahnen verloren gehen. Erschlaffen die Vorkammern, so muß das Blut, wenn es selbst bloß durch einen schwachen Drucküberschuß unterstützt wird, in sie einströmen. Die Herzaspiration bleibt dann für die gewöhnlichen Verhältnisse gesichert.

1104 Hat das Venenblut nur eine geringe Spannkraft, so wird sie leicht durch stärkere Nebenwirkungen aufgehoben werden. Sollten aber Störungen des Blutlaufes vermieden werden, so mußten Vorsichtsmaaßregeln alle Hindernisse der Art beseitigen oder selbst noch in Unterstützungsmittel verwandeln.

1105 Wir haben früher gefunden (§. 1002.), daß die tiefen Aus- und Einathmungen die Stromkraft des Schlagaderblutes wesentlich ändern. Der centrifugale Lauf desselben wurde durch die Verengerung der Brusthöhle, die das Ausathmen begleitet, unterstützt und durch das Einathmen verkleinert. Die hierdurch bedingten Schwankungen verschwanden aber nach den Capillaren hin. Uebertragen wir das Gleiche auf die Blutadern, so werden die Athmungseinflüsse in umgekehrter Weise ihre centripetale Strömung ändern. Das Venenblut muß bei dem Einathmen, so weit sich dessen Wirkungen erstrecken, angesogen und bei dem Ausathmen zurückgetrieben werden.

1106 Verkürzen sich die Muskeln und nehmen sie dabei in ihren Querdurchmessern auf Kosten ihrer Länge zu, so drücken sie auf die benachbarten Gefäße. Das Blut der Capillaren wird schon hierdurch in seinem Laufe augenblicklich gestört (§. 1072.). Die weichen Blutadern, die häufig zwischen jenen Bewegungswerkzeugen verlaufen und eine nur geringe Pressung entgegenstellen können, müssen demselben Einflusse in hohem Grade preisgegeben sein. Ihre Flüssigkeit sucht dann allseitig, d. h. sowohl centripetal, als centrifugal auszuweichen. Ein Theil desselben würde unnützer Weise zurückgehen, wenn nicht die Klappen die Stellen von Sicherheitsventilen übernähmen.

1107 Fig. 145. Fig. 146.



Sie arbeiten in der gleichen Weise, wie die ihnen verwandten Taschenventile der Saugadern (§. 788.). Da ihre Oeffnungen nach dem Herzen zu gerichtet sind, so werden sich *a b* und *c d*, Fig. 145., an *e f* und *g h* anlegen, wenn der Strom in der Richtung des Pfeiles centripetal fortgeht. Will er centrifugal zurücksinken, so verschließen *l m* und *m n*, Fig. 146, den Durchgang der Flüssigkeit, die schon früher in der erfoderlichen Richtung fortgetrieben worden.

1108 Da diese Ventile nicht bloß an den Einmündungsstellen von Seitenzweigen, sondern auch häufig in dem Verlaufe längerer Körpervenenstämme angebracht sind, so verhüten sie den Rücktritt in die Nebenäste und schneiden niedrige Blutsäulen ab. Der Muskeldruck, der sie nicht zu lüften im Stande ist, kann daher nur das Venenblut centripetal treiben.

1109 Die Venen kehren meist aus den Extremitäten, dem Unterleibe und der Brust in einer der Schwere entgegengesetzten Richtung zurück. Man hat deshalb häufig angenommen, daß die Klappen dieser Verhältnisse wegen angebracht seien. Sie sollten das hierdurch bedingte Zurücksinken verhüten. Dienen sie aber auch nebenbei solchen Zwecken, so lehrt doch ihre Anwesenheit in den absteigenden Blutadern des Kopfes und des Halses, daß sie nicht ausschließlich der Schwere wegen vorhanden sind.

Die krankhaften Anschwellungen, die man mit dem Namen der Varicen oder Blutaderknoten bezeichnet, und die goldenen Adern oder Hämorrhoiden beweisen am deutlichsten, wie sehr die Verhältnisse der Schwere den Venenblutlauf stören können. Sie finden sich gerade an den Stellen, an denen die Flüssigkeit emporsteigen muß, am häufigsten. Die knotigen Erweiterungen, die dann auftreten, lassen sich schon an der Leiche anschaulich machen. Bläßt man Luft in centrifugaler Richtung in einen Blutaderstamm ein, so stellen sich die Klappen, während sich häufig die über ihnen befindlichen Theile bauchig ausdehnen.

Stößt der Venenblutlauf auf durchgreifendere Hindernisse, so können sich die Raumvergrößerungen in einem beträchtlichen Bezirke der Blutadern wiederholen. Ausgedehnte Verschließungen erweitern immer die offenen Nebencanäle. Vgl. H. Stannius, Ueber krankhafte Verschliessung grösserer Venenstämme des menschlichen Körpers. Berlin, 1839. 8.

1110 Die Klappen können die Störungen, welche die Wechseleinflüsse des Athmens veranlassen, mäßigen oder aufheben. Wird das Blut im Augenblicke der Ausathmung centrifugal zurückgetrieben, so erhöht sich gleichzeitig der Widerstand des regelrechten Venenblutlaufes und die als Rückenkraft wirkende Spannung der Schlagadern. Da aber die engeren Gefäße diese Pressung größtentheils aufzehren und, was sie davon empfangen, später erhalten, so müssen die Venenklappen zur Verhütung von Nachtheilen in Anspruch genommen werden.

1111 Werden Blutadern von dichten Gebilden, die sie vor äußeren Störungen bewahren, eingeschlossen, oder erfreut sich das Venenblut eines nicht unbedeutenden Grades von Spannkraft, so mangeln auch die Taschenventile. Sie fehlen daher in den meisten Venen des Schädels und der Wirbelsäule, in denen, die sich im Innern der Leber, der Milz, der Nieren befinden und in der Pfortader. Man vermißt sie auch in manchen Organen, ohne daß man sich eine völlig genügende Rechenschaft von ihrer Abwesenheit geben könnte. Hierher gehören viele andere Blutadern der Unterleibs- und der Brusthöhle. Die Verzweigungen der Herz- und der Lungenvenen des Menschen besitzen in der Regel keine Ventile. Sie fehlen noch allgemein in den zartesten Blutaderanfängen. Die kleineren Venenstämme besitzen nicht selten nur eine Klappe. Häutige Vorsprünge, die in den Blutadern der Knochen und selbst in einzelnen Lungenvenen vorkommen können, bilden den Uebergang zu ihnen.

1112 Eigenschaften der Venenwände. — Die Spannkraft, welche die Schlagadern auszeichnet, fehlt den Blutadern gänzlich. Enthalten jene kein Blut und wirkt nur nicht ihre Verkürzung entgegen, so bleiben sie offen. Die entleerten Venen dagegen fallen zusammen und legen sich, wo es angeht, mit ihren Wänden dicht an einander. Sie zeichnen sich dafür durch

ihre Dehnbarkeit aus und können deshalb einen größeren Raum, wenn es der stärkere Blutandrang fodert, einnehmen.

1113 Die Leichtigkeit, mit welcher die Venen äußeren Druckkräften unterliegen, machen diese Einrichtung nothwendig. Bedenken wir, daß der luftdichte Verschluß alle anderen Gebilde genau an einander drängt, so wird es keiner großen Gewalt bedürfen, um den Blutaderstrom an einzelnen Stellen zu verzögern. Die zahlreichen Netzverbindungen der Venen sind eben deswegen vorhanden, damit sie die Flüssigkeit als Abzugscanäle nach freieren Stellen hinleiten. Die einzelnen Stämme müssen dann aber auch im Stande sein, mehr Blut aufzunehmen. Die Blutadern der Hand können uns leicht ein anschauliches Beispiel dieser Eigenschaften des Venensystems vorführen. Sind sie in ruhendem Zustande unkenntlich, so braucht nur hier der Kreislauf in irgend einer Weise zu stocken, damit sie als bläuliche starke Stränge hervortreten.

1114 Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß sich die Wandungen der Blutadern verkürzen können. Sie klopfen nicht unter regelrechten Verhältnissen, verkleinern aber häufig genug ihren Umfang in allmähliger Weise. Die Endstücke der Hohlvenen einzelner Geschöpfe bilden eine Ausnahme. Man sieht z. B. bei dem Frosche, wie der Theil der unteren Hohlader, der unmittelbar an den Vorhof grenzt, abwechselnd zusammengezogen und ausgedehnt wird [1]). Die Grenze, bis zu der diese Erscheinung bemerkt wird, läßt sich nach Joh. Müller [2]) an den Hohlvenen der Säugethiere deutlich angeben.

Die krampfhafte Verengerung oder Verkürzung der Venenwände wird die Verhältnisse des Blutlaufes ändern können. Nimmt hierdurch ihr Rauminhalt ab, so muß sich die Geschwindigkeit des Blutflusses vergrößern, so lange die Wandungswiderstände nicht unverhältnißmäßig wachsen und gleich viel Blut durchgetrieben wird. Die Athmungsschwankungen werden sich auch dann bei größerer Starrheit der Begrenzungen weiter ausdehnen.

Es wäre möglich, daß ähnliche Verhältnisse den Venenpuls erzeugten. Es kommt nämlich krankhafter Weise vor, daß die Blutadern z. B. der Hand gleich den Schlagadern klopfen. Drückt man sie zusammen, so hört der Stoß oberhalb der Verschließungsstelle auf. Die abwechselnde Wirkung der Kammerzusammenziehung pflanzt sich also hier als Rückenkraft bis in die Venen hinein fort. Da die Capillaren einen Theil des Herzdruckes den Venen überliefern, so bleibt es denkbar, daß die Wellen, ohne zu verschwinden, bis in die Blutadern fortgehen, sobald diese für sich oder mit den Capillaren und den Arterien als starrere Röhren wirken. Die näheren Verhältnisse der Erscheinung bedürfen jedoch noch genauerer Untersuchungen.

1115 Stromkraft des Venenblutes. — Der Blutkraftmesser dient hier, wie in den Arterien, den hydrostatischen Druck des Blutes in Quecksilber- oder Wasserwerthen zu finden (§. 990.). Seine Anwendung stößt aber hier auf bedeutendere Schwierigkeiten, weil sich die Aufgabe selbst in höherem Grade verwickelt und die Klappen der Blutadern mancherlei Störungen veranlassen können.

---

[1]) Flourens, in den Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France. Tome XIII Paris, 1835 4. p. 1 — 9. Vergl. Haller, de c. h. fabrica et functionibus. Tom. II. p. 266.

[2]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. Bd. I. Dritte Auflage. S. 232.

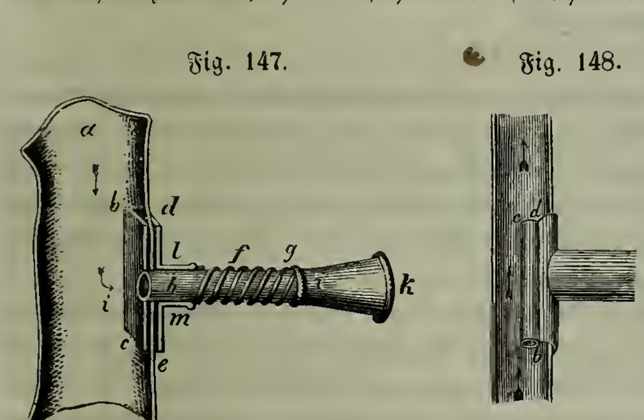
1116 Setzen wir den Blutkraftmesser so in eine Vene, daß die Mündung nach den feinsten Gefäßnetzen gerichtet ist, so wird man in ruhendem Zustande die Rückenkraft, die sich durch die Capillaren fortpflanzt, vorzugsweise bestimmen. Die Schwankungen, welche die Athembewegungen veranlassen, können sich gar nicht oder höchstens auf dem Wege der Seitenverbindungen, wenn nicht die Klappen stören, kund geben. Fügt man dagegen den Blutkraftmesser in centripetaler Richtung ein, so müssen vor Allem die Wirkungen des Brustkastens die stärkeren Ausschläge bestimmen. Die Einflüsse kräftiger Muskelbewegungen lassen sich in beiden Fällen beobachten.

1117 Denken wir uns, wir hätten das Rohr des Blutkraftmessers centrifugal eingesetzt, so wird das Venenblut mit der ihm eigenen Stromkraft auf die Quecksilbersäule drücken. Verstärkt nun die Muskelzusammenziehung die Pressung, so muß auch mehr Blut eingetrieben werden. Der Klappenschluß hindert aber, daß es später wieder zurückweicht. Man kann daher auf diese Weise größere bleibende Druckwerthe, als der Spannkraft angehören, erhalten.

1118 Sucht man diesen Uebelstand durch die seitliche Einsetzung des Blutkraftmessers (§. 990.) zu vermeiden, so erhält man die gemeinschaftlichen Wirkungen der Rückenkraft, der Muskelbewegungen und der Athmung. Will man dieses vermeiden, indem man das Querröhrchen des Einsatzes nach dem Herzen zuschließt, so schützt man sich nicht mit Sicherheit gegen die Einflüsse der Athmung und steht überdieß in Gefahr, zu kleine Werthe für die Rückenkraft zu erhalten, weil die Widerstände der Reibung und des Anprallens des Stromes einen Theil der Pressung verzehren können.

Schon Hales [1]) hat auch hier eine seitliche Einfügung versucht. Ludwig und Mogk [2]) arbeiteten nach dieser Methode in neuerer Zeit. Denken wir uns den Fig. 147. abgebildeten für die Schlagadern bestimmten Seiteneinsatz, so ist die innere Platte *b c*, Fig. 147., nicht einfach, sondern bildet einen kleinen Cylinder *a b c d*, Figur 148., der an dem einen Ende *cd* geschlossen und an dem anderen *ab* offen ist. Er wird so angebracht, daß *ab* nach den Capillaren u. *c d* nach dem Herzen hin sieht. Die innere Röhre kann sich auch einfacher nach *ab* zu hakenförmig krümmen.

Fig. 147. Fig. 148.



1119 Betrachten wir zuvörderst die Werthe, die man bei centrifugalem Einsatze des Blutkraftmessers erhält, so fallen sie immer weit kleiner als

[1]) Hales, a. a. O. p. 29 u. 35.

[2]) C. F. G. Mogk, De vi fluminis sanguinis in venarum cavarum systemate. Marburgi, 1843. 8. p. 20. und Henle und Pfeuffer's Zeitschrift. Bd. III. 1845. 8. Seite 47.

die Druckkräfte der gleichläufigen Schlagadern aus. Nehmen wir die Zahlen, die Hales für die seitliche Einfügung erhalten hat, so stieg die Säule in der Jugularvene des Hundes auf 6 englische Zoll 9½ Linien, in der Carotis dagegen auf 4 Fuß 11 Zoll. Die Blutaderhöhe betrug daher ungefähr 1/9 der Steiggröße der Schlagadern. Andere Versuche dieses Forschers geben noch bedeutendere Unterschiede.

1120 Die Einzelwerthe, zu denen die verschiedenen Physiologen gelangten, schwanken nach Maaßgabe des angewandten Verfahrens. Nehmen wir die Jugularvene, in der sich die früher erwähnten Klappenstörungen weniger scharf, als in den Extremitätenblutadern, aussprechen, so fand Magendie [1]) am Hunde 15 Millim., mithin ungefähr 1/10 des gewöhnlichen Standes der Carotis. Ich kam auf 13 Millim. oder 1/11 bis 1/12 der Carotidenspannung. Ludwig und Mogk [2]) erhielten in 7 Hunden 2 bis 13,2 Millim. Das Blut verliert mithin hier mindestens 9/10 und oft noch mehr von seiner ursprünglichen Druckkraft, ehe es wieder zu den Vorhöfen gelangt. Es behält aber immer noch eine kleine Pressung, mit der es in die Atrien einfließt, bei.

1121 Da der größte Theil des Spannungsverlustes von dem Widerstande der feinsten Gefäßnetze abhängt, dieser aber mit den verschiedenen Organen wechselt, so ergiebt sich von selbst, daß die mannigfachen Körpervenen ungleiche Druckgrößen darbieten werden. Nehmen wir z. B. die Werthe, die Ludwig und Mogk an Hunden erhalten haben, so gab die Jugularvene 2 bis 13,2, die Schenkelblutader 11 bis 23,7 und die Armvene 12,4 bis 15,1 Millim.[3]). Die niedersten Stände der Extremitätenvenen streiften hier an die höchsten der Jugularis. Das Blut fließt aber meist noch mit einer merklich größeren Spannung in der Nähe der Schenkelbuge und der Achselhöhle nach dem Herzen zurück.

1122 Die Wirkungen des Muskeldruckes geben sich in jedem Falle deutlich zu erkennen, man mag das Rohr des Blutkraftmessers centrifugal oder seitlich einsetzen. Eine kräftige Bewegung des entsprechenden Gliedes treibt die Säule schnell empor. Hört sie zu wirken auf, so sinkt sie von Neuem zurück. Sie kann aber dann auf einer etwas größeren Höhe wie früher bleiben. Ein künstlicher Druck, den man von außen her anbringt, vermag die gleichen Einflüsse auszuüben.

1123 Da meistentheils mehrere Blutadern einem einzigen Schlagaderstamme entsprechen, so vermindert sich hierdurch die Geschwindigkeitshöhe, die dem venösen Blute zukommt. Unterbinden wir die seitlichen Venen, so wird sich der Druck in denen, die offen blieben, vergrößern. Der Verschluß der paarigen Vene der anderen Seite wirkt in ähnlicher Weise. Umschnürte Poiseuille [4]) den Schenkel eines Hundes, so daß nur die Schlagader und die eine Hauptblutader offen blieben, so erhob sich die Säule nach und nach so sehr, daß sie beinahe den für die Arterie gültigen Werth er-

[1]) Magendie, a. a. O. p. 151.
[2]) Mogk, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift S. 73.
[3]) Ebendaselbst S. 52.
[4]) Magendie, a. a. O. pag. 152.

reichte. Der Muskeldruck und der Klappenverschluß können hier die bleibende Erhebung des Quecksilbers wesentlich begünstigen.

Die centripetale Einfügung des Blutkraftmessers nach dem früher (§. 990.) geschilderten Verfahren dient dazu, die bedeutenden Schwankungen der Spannung, welche die Athembewegungen hervorrufen, auf ungefähre Weise zu bestimmen. Da die Einathmung die Flüssigkeit nach der Brusthöhle zu ansaugt, so wird das Quecksilber in dem kürzeren Schenkel des Blutkraftmessers steigen und in dem längeren sinken. Das Umgekehrte muß sich da, wo die Ausathmung ungestört wirkt, kund geben. Wir haben daher in dem ersteren Falle negative und in dem letzteren positive Druckwerthe.

Wählen wir als Beispiel die Werthe, die Poiseuille[1]) und Magendie[2]) auf diese Weise an der äußeren Jugularvene von Hunden gewonnen haben, so erhalten wir:

Thier.	Versuchsreihe.	Quecksilberdruck in Millimetern.		Beobachter.
		Einathmung.	Ausathmung	
Nro. I.	1	— 90	+ 85	Poiseuille.
	2	— 70	+ 60	Derselbe.
Nro. II.	1	— 80	+ 120	Derselbe.
Nro. III.	1	— 75	+ 50	Magendie.
	2	— 80	+ 60	Derselbe.
	3	— 30	+ 55	Derselbe.
	4	— 45	+ 90	Derselbe.

Man sieht schon hieraus, daß die Unterschiede zwischen den tiefsten Ständen des Einathmens und den höchsten des Ausathmens dem Drucke des Blutes in den größeren Schlagadern gleichkommen oder ihn selbst noch übertreffen können. Verstärken sich die Athmungsanstrengungen, so wachsen diese Größen in noch bedeutenderem Maaße.

Spielte die Säule in Poiseuille's Versuchen zwischen — 70 und + 60 Millim., so fanden sich — 150 und + 120, wenn man die Schenkelhaut des Hundes kneipte und hierdurch einen heftigen Schmerz veranlaßte. Quälte man das Thier noch mehr, so zeigten sich — 250 und + 140, — 240 und + 155, — 245 und + 140. Hatte es sich wieder beruhigt, so ergaben sich — 90 und + 86, — 70 und + 65, — 85 und + 60. Magendie erhielt bei ruhigem Athmen — 75 und + 50, — 80 und + 60, bei verstärktem dagegen — 120 und + 105, — 100 und + 110 Millim.

Da die Einathmung einen centripetalen Blutstrom anregt, so werden 1124

[1]) Poiseuille, in Froriep's Notizen. 1831. Nr. 674. S. 209.
[2]) Magendie, a. a. O. p. 201.

hier die Klappen keine Störung bereiten. Sie können dagegen die Einflüsse der Ausathmung binnen Kurzem aufheben, wenn sie die dann centrifugal zurückweichende Blutsäule kräftig abschneiden. Ein an einem Hunde angestellter Versuch macht uns selbst diesen Ausspruch durch Zahlenwerthe anschaulich. Wurde die Röhre des Blutkraftmessers so tief in centripetaler Richtung in die äußere Jugularvene eingeführt, daß sich ihr Ende in der Brusthöhle befand, so ergaben sich — 70 und + 60, — 80 und + 55, — 75 und + 50 Millim. für das Athmungsspiel. War sie dagegen früher höher oben angebracht, so hatte die Einathmung – 70, — 80, — 90 und — 75, die Ausathmung aber nur — 5, — 15, — 10 und + 3 Mill. Der centrifugale Rückschlag, der den Lauf des Venenblutes verzögert, kann hiernach durch die Taschenventile bedeutend verkleinert werden.

1125 Diese verringerte Druckschwankung vermag sich noch der Anastomosen wegen bei centrifugaler Einfügung des Blutkraftmessers zu erkennen zu geben. Ich erhielt z. B. auf diese Weise — 2 und + 15 an der äußeren Halsvene des Hundes. Der gleichzeitige Spannungswechsel, der in den größeren Schlagadern Statt findet, kann sich nach Poiseuille[1]) bis in die Venen hinein fortpflanzen. Chassaignac und Mogk[2]) dagegen läugnen dieses und leiten die hierbei vorkommenden Schwankungen von zufälligen Wechselwirkungen des Muskeldruckes her.

1126 So deutlich die Athmungseinflüsse in den dem Herzen nahe gelegenen Blutadern hervortreten, so wenig geben sie sich in entfernten Venen zu erkennen. Poiseuille fand, daß gar keine Aspiration mehr in der Schenkel- und der Hüftbeinblutader Statt findet. Spricht sie sich aber auch noch in Einzelfällen aus, so beträgt ihr Einfluß keinen Centimeter Quecksilber. Der Wechseldruck der Baucheingeweide, den das Athmen herbeiführt, kann hier die Einflüsse der Raumveränderung des Brustkastens verwischen.

1127 Strömt das Blut mit einer positiven Druckkraft, die durch die Capillaren wirkt und nicht völlig als Geschwindigkeitshöhe verbraucht wird, dem Herzen zu, so haben die Venen eine Pressung auszuhalten. Sie wird aber immer bedeutend kleiner, als die, welche auf den Schlagaderwänden lastet, ausfallen. Wird dagegen dieser schwache Druck durch eine selbst leise Aspiration überboten, so muß sich im Gegentheil ein negativer Druck dem Bernoulli-Venturischen Theorem (§. 787.) gemäß an den Blutaderwänden einstellen. Es kann daher vorkommen, daß sich die Flüssigkeitssäule in dem kürzeren Schenkel des seitlich eingesetzten Blutkraftmessers hebt. Anhang Nr. 41.

1128 **Durch die Athmungsschwankungen erzeugter Raumwechsel der Halsvenen.** — Legt man die äußere Halsblutader und die Carotis eines Hundes oder Kaninchens bloß, so sieht man, daß sich die Wirkungen der Athmung in jener deutlicher, als in dieser aussprechen. Der

---

[1]) Poiseuille, a. a. O. S. 215. Muller's Archiv. 1834.
[2]) Mogk, a. a. O. S. 68.

Umfangswechsel fällt häufig an den Jugularen auf der Stelle auf, er bleibt dagegen an den Carotiden unkenntlich.

1129 Die unmittelbaren Messungen bestättigen das Gleiche. Ich prüfte diese Verhältnisse und die durch den Herzschlag (und die Athmung) erzeugten Veränderungen der Carotis (§. 988.) an demselben Hunde und mit der gleichen Vorrichtung. Die rechte äußere Drosselvene hatte überall einen Durchmesser von 8 Millimeter. Nehmen wir 0,5 Millim. für die doppelte Wanddicke — ein Werth, den die Messung nach dem Tode ergab, — so hatte das 28 Millim. lange Stück 1,4074 C. C. Rauminhalt und führte einen Blutcylinder von 1,237 C. C. Die Wassersäule hob sich um 90,79 bis 145,27 Cubikmillimeter. Das ganze Rohr nahm daher hier um $^1/_{15}$ bis $^1/_{10}$ und der Blutcylinder um $^1/_{13}$ bis $^1/_{8,5}$ zu. Dieselben beiderseitigen Werthe betrugen aber für die Carotis $^1/_{22}$ und $^1/_{15}$.

1130 Pfortaderkreislauf. — Die Blutadern, die aus den Lungen und den meisten Körperorganen hervorgehen, begeben sich geraden Weges zum Herzen. Die Venen des Nahrungscanals und einiger anderer Unterleibsorgane dagegen bilden eine Ausnahme. Die Pfortader nimmt allmählig die rückkehrenden Blutgefäße des Magens, des dünnen, des dicken Darmes und des Mastdarmes, der Milz, der Bauchspeicheldrüse und endlich selbst der Gallenblase auf und vertheilt sich später in der Leber baumförmig. Das Capillarnetz, das auf diesem Wege erzeugt wird, steht mit der Endverzweigung der Leberschlagader in Verbindung und geht in die Lebervenen, die sich in die untere Hohlader ergießen, über.

Fig. 149.

1131 Ist Fig. 149. ein Schema des Kreislaufes des Erwachsenen und deuten die Pfeile die Richtungen der Blutströme, die Erweiterungen dagegen die Flußgebiete der Capillaren an, so hat der Lungenkreislauf, der durch den rechten Vorhof 3, die Lungenschlagader *A P*, die feinsten Gefäßnetze *L u*, die Lungenvenen *V P* und den linken Vorhof umschrieben wird, ein einziges Capillargebiet *L u*. Dasselbe wiederholt sich für die Kreislaufsstücke der oberen Körperhälfte 4, *A*, *O*, *C S*, 1 und den Theil der unteren Körperhälfte, der nicht die oben erwähnten Unterleibseingeweide durchsetzt, nämlich 4, *A*, *R*, *C*, 3. Die Blutmasse dagegen, welche die Capillaren *G* des Magens, des Darms, der Milz und der Bauchspeicheldrüse durchdringt, gelangt in die Pfortader *P o* und von da in die feinsten Gefäßnetze der Leber *L*, ehe sie durch die Lebervenen und die untere Hohlader *C* zum Herzen zurückkehrt. Sie muß daher zwei verschiedene Flußgebiete feinster Gefäßröhren *G* und *L* durchsetzen.

1132 Die Nieren des Menschen verhalten sich in mancher Hinsicht auf ähn-

liche Weise. Die feinsten Schlagaderverzweigungen lösen sich hier erst in die Knäuelgefäße der Malpighischen Körper auf, ehe sie sich zu den Capillaren, die den Uebergang in die Venen vermitteln, begeben. Die Menge der eingeschalteten feinsten Gefäßnetze vergrößert sich noch häufig in niedern Wirbelthieren, vorzugsweise in Fischen.

1133 Ein einfacher Versuch kann bald zeigen, daß der bloße Druck des Arterienblutes hinreicht, die Widerstände, die sich in den Nieren vorfinden, zu überwinden. Setzt man ein 2 Meter hohes Rohr, das man fortwährend mit warmem Blute gefüllt erhält, in die Nierenschlagader ein, so dringt es in einem gleichmäßigen Strome zur Vene heraus [1]). (§. 1179.)

1134 Da das Pfortadersystem mancher niederen Fische mit Nebenherzbildungen versehen ist, so könnte man vermuthen, daß auch eine solche außerordentliche Unterstützung in dem Menschen und den höheren Geschöpfen zu Hilfe kommt. Die Erfahrung bestättigt jedoch nicht diese Voraussetzung. Ihre Wände haben eine verhältnißmäßig bedeutende Dicke. Legt man sie aber an einem lebenden Kaninchen bloß, so bemerkt man keine Spur einer pulsatorischen Zusammenziehung. Sie verengt sich höchstens allmählig, gleich anderen Blutadern.

1135 Die anatomischen Verhältnisse begünstigen den Pfortaderkreislauf in mehrfacher Hinsicht. Die Capillaren der Eingeweide, deren Venen in die Pfortader münden, gehören nicht zu den feinsten, die in dem Körper vorkommen, sondern eher zu den mittelstarken. Der durch sie erzeugte Widerstand erreicht daher wahrscheinlich nicht die höchsten Werthe, die überhaupt anzutreffen sind.

1136 Wir haben früher gefunden (§. 1102.), daß sonst mehrere Blutadern einer Schlagader entsprechen und daß diese Erweiterung des Flußbettes Geschwindigkeitshöhe verzehrt. Verschließt man die übrigen Venen und läßt nur eine offen, so giebt sich der hierdurch erreichte Vortheil durch eine allmählige Vergrößerung der Spannung zu erkennen. Da nun die Pfortader allein alle untergeordneten Stämme, die von den früher (§. 1130.) genannten Baucheingeweiden kommen, aufnimmt, so muß sie sich des gleichen Vorzuges erfreuen.

1137 Es wäre möglich, daß der Druck, der von der Leberschlagader herrührt, den Capillaren der Pfortader gleichzeitig diente. Die Nähe des Herzens und die starren Umgebungen der in der Leber eingeschlossenen Venen, die jedes Einsinken verhüten, müssen das Vorrücken der Blutsäulen und die Einflüsse der Athemaspiration begünstigen. Pflanzt sich aber auch die centrifugale Pressung, welche die Ausathmung begleitet, in die untere Hohlvene hinein fort, so kann ihr der gleichzeitige Druck der Bauchdecken entgegenwirken.

---

[1]) Mogk, a. a. O. S. 73.

5. Allgemeine Kreislaufsverhältnisse.

Blutmenge. — Da das Blut die sämmtlichen Gebilde erhält, so muß seine Gesammtmasse von der des Organismus abhängen. Sie wird einen bestimmten Bruchtheil des Körpergewichtes bilden. Die Beständigkeit dieses Factors kann nur dadurch getrübt werden, daß das eine Gewebe blutreicher als das andere ist und das Blut selbst von außen Stoffe aufnimmt oder Verbindungen an die verschiedensten Theile abgiebt. 1138

Die genaue Ermittelung der Blutmenge eines Geschöpfes gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Physiologie. Läßt man ein Thier verbluten, so läuft nur ein sehr geringer Theil seiner Blutmasse aus. Es stirbt nicht erst, wenn sich sein Gefäßsystem entleert hat, sondern viel früher, weil die Nervengebilde binnen Kurzem dem Eingriffe unterliegen und die Bewegung des Herzens aufhört. Die Leichen verbluteter Menschen und Thiere enthalten noch sehr viel Blut in ihren größeren und kleineren Gefäßen. Erwägen wir aber, daß die Gesammtsumme der Capillaren den größten Theil des Flußbettes des Kreislaufapparates ausmacht und daß gerade die feinsten Gefäßnetze gefüllt bleiben, so ergiebt sich von selbst, daß die Hauptmenge des in dem Körper vorhandenen Blutes der Schätzung des unbewaffneten Auges entgeht. 1139

Ein Pferd, das 350 Kilogramm wirkt, sinkt um, wenn es 15 bis 30 Kilogr. verloren hat. Seine gesammte Blutmenge kann aber, wie wir bald sehen werden, 50 bis 60 Kilogr. und selbst mehr betragen.

Einzelne Forscher haben den Versuch gemacht, die Gefäße einer Leiche so vollständig als möglich mit erstarrenden Massen einzuspritzen und die Blutmenge aus dem absoluten Gewichte der hierzu nöthigen Mischung, der Eigenschwere von dieser und der des Blutes zu bestimmen. Gelänge es, alle Röhren des Gefäßsystems zu füllen, so würde der Weg zum Ziele führen. Füllt man aber auch nur einen kleinen Theil eines Organes, so wird man bei genauerer Prüfung finden, daß nicht alle kleineren Gefäße, selbst in den glücklichsten Fällen, Masse aufgenommen haben. Dieser Uebelstand greift um so mehr um sich, je mehr Theile auf einmal dem Versuche unterworfen worden sind. Man erhält daher zu geringe Blutmengen. Weber fand auf diesem Wege 5 bis 7 Kilogr. für den erwachsenen Menschen. Dieser enthält aber, wie wir bald sehen werden, mehr als das Doppelte dieses Werthes. 1140

Litte auch nicht das Verfahren an dem eben erwähnten Mangel, so könnte es noch zu keinen sicheren Ergebnissen führen, weil man es nicht in seiner Hand hat, den Füllungsgrad der Gefäße, der im Leben vorhanden ist, auf künstlichem Wege nachzuahmen.

Ein anderer Versuch, die Blutmenge eines Thieres zu bestimmen, hat ebenfalls seine Schwierigkeiten, kann aber eher zu Schätzungsgrößen führen. Nehmen wir an, wir hätten eine Salzlösung, deren absolute Menge unbekannt ist. 20 Grm., die wir ihr entziehen, geben uns 12% 1141

festen Rückstandes. Wir fügen dann 50 Grm. Wasser hinzu und finden, daß jetzt die dichten Stoffe nur 10% betragen, so reichen die eben genannten Zahlen hin, um aus ihnen die absolute Menge der ursprünglichen Salzlösung zu berechnen. Sie wird in dem gegebenen Falle 270 Grm. betragen haben.

Anhang Nr. 52.

1142 Wenden wir dasselbe auf die Erforschung der Blutmenge an, so müssen wir zuerst einem Thiere eine bestimmte Quantität von Blut durch einen Aderlaß entziehen und deren Gewicht, so wie ihren procentigen, festen Rückstand bestimmen. Spritzen wir ihm nun eine bekannte Wassermasse in die Blutadern und bestimmen von Neuem den Procentgehalt des festen Rückstandes, den das jetzt verdünntere Blut liefert, so haben wir alle Werthe, die wir zur Berechnung der absoluten Blutmenge des gesammten Thieres brauchen.

Bestände das Gefäßsystem aus starren Röhren, die nichts von Außen aufnehmen oder an ihre Nachbarschaft abgeben, so müßte dieses Verfahren zu sehr befriedigenden Ergebnissen führen. Da aber leicht die überschüssigen Wassermengen in die Gewebe austreten oder als Schweiß oder Dampf davongehen, so hat man hier eine unvermeidliche Fehlerquelle. die manchen Versuch vereitelt. Der zweite feste Rückstand fällt zu hoch und die berechnete absolute Blutmenge zu groß aus. wenn das Thier mit vielem Schweiße an seinem ganzen Körper bedeckt ist oder flüssige Ausschwitzungen in der Brust- oder Bauchhöhle entstanden sind.

Der Einwand, daß sich nicht das eingespritzte Wasser mit dem Blute gleichförmig mischt, bewährt sich nicht in der Erfahrung. Das Blut eines Kaninchens, das 105 Grm. wog, gab 17,54 % festen Rückstandes. Hatte ich ihm 42 Grm. in die lin Halsvene eingespritzt und sammelte 6 Minuten später Blut aus der linken Jugularis und den großen Schenkelgefäßen, so gaben diese Proben 13,30 % und 13,55 % fester Stoffe. Der Unterschied betrug mithin hier 0,25 %, gegen früher dagegen 4 % [1]).

Die Irrungen, welche die Bestimmung der festen Blutrückstände und der Perspirationsverlust mit sich führt [2]), sind im Ganzen von untergeordneter Bedeutung. Die Füllung des Nahrungscanales dagegen kann das Körpergewicht in solchem Grade ändern, daß dieses selbst für das Endergebniß wichtig wird. Die Pflanzenfresser zeigen in dieser Hinsicht die beträchtlichsten Schwankungen. Das oben erwähnte Kaninchen z. B., das 1050 Grm. wog, führte 243 Grm. oder ¼ seiner Körpermasse an Darmstoffen. Betrug aber seine aus dem Versuche berechnete Blutmenge 166 Grm., so verhielt sie sich zu dem gesammten Körpergewichte = 1 : 6,3 und zu diesem ohne den fremdartigen Inhalt des Nahrungscanales = 1 : 4,9.

1143 Versuche, die an Hunden angestellt wurden [3]), ergaben, daß sich im Durchschnitt die Blutmenge männlicher Thiere der Art zum Körpergewichte = 1 : 4,37 verhielt. Drei Hündinnen zeigten im Mittel 1 : 4,41, zwei Katzen 1 : 5,78, ein Schaaf 1 : 5,03 und zwei Kaninchen 1 : 6,27. Der Mittelwerth aller 11 Thiere überhaupt glich 1 : 5,04, so daß hiernach ungefähr die Blutmasse ⅕ des Körpergewichts ausmachen würde.

Anhang Nr. 53.

Die Fleischfresser hatten im Durchschnitt 1 : 4,74 und die Pflanzenfresser 1 : 5,85. Der größere Werth der letzteren kann aber von einer

---

[1]) Andere Beobachtungen der Art s. in Canstatt und Eisenmann's Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medicin im Jahre 1844. Bd. I. Erlangen, 1845. 4. Seite 169 170.

[2]) Ebendaselbst Seite 171.

[3]) C. H. Schultz, das System der Circulation. Stuttgart und Tübingen, 1838. 8. S. 107. Vgl. Haller, de c. h. fabrica. Tom. III. p. 6.

stärkeren Füllung des Nahrungscanales herrühren. Die Speisereste von Kaninchen, die gefressen hatten, betrugen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{7}$, die einer Katze dagegen, deren Magen strotzend gefüllt war, $\frac{1}{21}$ des Körpergewichts.

1144 Da die Hunde die Wassereinspritzungen am leichtesten vertragen, so können die an ihnen angestellten Versuche als die sichersten betrachtet werden. Legen wir die für sie gefundenen Verhältnißzahlen und die von Quetelet bestimmten mittleren Körpergewichte entkleideter Menschen zum Grunde, so würde im Durchschnitt ein 30 bis 40jähriger Mann 14,6 Kilogr. Blut enthalten. Die Frau besäße um dieselbe Zeit 12,3 bis 12,5 Kilogr. (Anhang Nr. 54.)

1145 Die großen Blutmengen, welche die Rechnung giebt, werden weniger befremden, wenn wir die Verhältnisse der Kreislaufsdauer betrachtet haben werden. Einzelne unmittelbare Erfahrungen lehren aber auch, daß diese Schätzungen nicht übertrieben sind. Denn Wrisberg sammelte 12 Kilogramm bei einer enthaupteten Frau und beobachtete einen Fall, in dem 13 Kilogr. durch einen Gebärmutterblutfluß verloren gingen.

1146 Vertheilung der Blutmasse. — Das Herz enthält immer die geringsten und die Capillaren die größten Blutmengen. Die Zwischenglieder der Arterien und der Venen haben nicht die gleiche Geräumigkeit. Da im Durchschnitt die Blutadern nicht enger, als die entsprechenden Schlagadern sind und häufig in größerer Zahl vorkommen, so muß das Venensystem im Ganzen mehr Blut, als die Arterien enthalten.

1147 Die verschiedenen Gewebe nehmen nicht die gleiche Blutmenge für denselben Umfang auf. Es wird daher das Verhältniß des Blutes zu dem Gewichte der Organe in den verschiedenen Körpertheilen wechseln. Die Mannigfaltigkeiten der Länge, der Theilung, der Krümmung und des Flußbettes, die in den größeren und den kleineren Stämmen vorkommen, wird noch diese Abweichungen erhöhen.

1148 Die Querschnitte der Schlagadern, die sich zu einem Theile begeben, können keinen genauen Maaßstab der Blutmasse, die er empfängt, liefern. Die Schnelligkeit der Strömung, die von vielen anderen Verhältnissen, als den bloßen Durchmessern abhängt, ist hier im Stande, wesentliche Veränderungen zu bedingen. Da sich aber nicht die Geschwindigkeit auf irgend genügende Weise ermitteln läßt, so muß man jede nähere Bestimmung aufgeben oder höchstens die Blutmasse nach der Größe der zuführenden Gefäße und den Flußbetten der Capillaren und der Venen zu schätzen suchen.

1149 Legen wir die Durchschnittsbestimmungen von Krause[1]) zu Grunde, so beträgt der Rauminhalt des Hodens 19, der jeder Niere 149 und der beider Lungen, wenn sie von Luft vollkommen entleert sind, 1100 Cubikcentimeter. Der Querschnitt der Samenarterie gleicht 0,009, der der Nierenschlagader 0,236 und der der Lungenarterie 4,98 Quadratcentimeter. 2111 Cubikcentimeter Masse entsprechen daher im Hoden einem Quadrat- (Anhang Nr. 49 u. Nr. 50.)

---

[1]) C. F. Th. Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Auflage. Bd. I. Hannover, 1842. 8. Seite 602. 654. 670.

centimeter Pulsaderquerschnitt. Dieser Werth sinkt für die Niere auf 631 und für die Lungen auf 221. Die drei genannten Organe verhalten sich daher in dieser Hinsicht = 1:3,3 : 9,6.

Setzt man voraus, daß die Theile, die im Erwachsenen von der Hüftschlagader versorgt werden, 12 Kilogr. wiegen und der reichlichen Knochenmassen wegen eine durchschnittliche Eigenschwere von 1,25 besitzen, so nehmen sie 9600 C. C. ein. Gleicht aber der Querschnitt der Hüftschlagader 0,490 Quadr. Cent., so haben wir für 1 Quadr. Cent. 19592 Cubikcentimeter Masse.

Anhang Nr. 49.

Mögen sich nun auch diese Zahlen, so sehr sie wollen, von der Wahrheit entfernen, so deuten sie, wie es scheint, jedenfalls an, daß die Extremitäten verhältnißmäßig weniger Blut, als die genannten Drüsen empfangen und daß in dieser Hinsicht die Nieren den Lungen und die Hoden beiden nachstehen.

1150 Der unmittelbare Anblick des Flußgebietes der Capillaren kann häufig die Unterschiede sogleich zur Anschauung bringen. Vergleichen wir z. B. die feinsten Gefäßnetze des Zellgewebes des Gekröses (Fig. 150.) und die der Lungen des Menschen (Fig. 151.), so sehen wir, wie dort die leeren Maschen einen größeren Raum, als die Blutgefäßbahnen einnehmen, hier dagegen Netz an Netz gedrängt ist, um möglichst viel Blut durchgehen zu lassen. Die Maschenräume sind häufig in den Lungen kleiner, als die Capillarröhren.

Fig. 150.

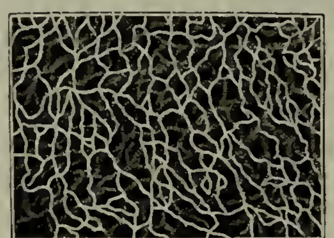
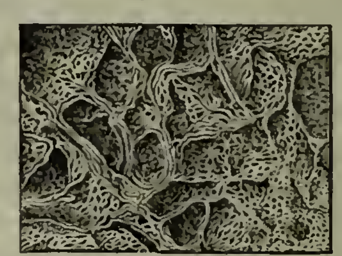


Fig. 151.



1151 Die feinsten Gefäße, die in dem menschlichen Körper vorkommen, messen ungefähr 0,00226 Millimeter. Röhrchen der Art finden sich häufig in der Marksubstanz des Gehirns und Rückenmarks und in den Lungen. Sie kommen auch als Quergefäßchen in den Muskeln und in anderen Weichgebilden vor. Die kleinsten Blutkörperchen werden nur mit Mühe durch sie durchdringen.

1152 Es ist fast unmöglich, das Flußgebiet des Capillarsystems eines Organes mit irgend annähernder Genauigkeit zu bestimmen. Die Ermittelung der durchschnittlichen Breiten derselben stößt aber ebenfalls auf Schwierigkeiten, weil sie von Stelle zu Stelle in hohem Grade wechseln und in eingespritzten Präparaten in der Regel zu groß und in natürlichen zu klein sind. Man kann höchstens annähernde Mittelzahlen durch ausgedehnte Reihen von Messungen erhalten.

1153 Legt man die feinsten Gefäßröhren, die nur 0,00226 Millim. haben, als Einheit zum Grunde, so ergaben vergleichende Beobachtungen, daß durchschnittlich der Mittelnerve des Armes 2,3, der zweiköpfige Armmuskel 3,3, die Lederhaut 3,6, die Darmzotten 4,4, der Dünndarm 4,9, der Ma-

gen 5,4 und die Nieren 5,5 Mal so starke Capillaren hatten.[1]) Henle[2]) fand 0,0045 bis 0,0051 für die frischen, mit Blut gefüllten feinsten Gefäße der Netzhaut und der Markmasse des Gehirns.

Nehmen wir 0,00226 Millim. als den kleinsten Durchmesser an, so giebt dieses 0,0000040 Quadratmillimeter Querschnitt. Die Aorta eines erwachsenen Mannes hatte aber 453,61 Quadratmillim. dicht über den Klappen. Die beiden äußersten Grenzen der Röhrenleitungen des großen Kreislaufes verhielten sich hiernach in ihren Querschnitten 113402500 : 1 oder wie mehr als Hundert Millionen zu Eins. Die Durchmesser ergeben 10637 : 1. 1154 Anhang Nr. 50

Theilten sich die Schlagadern gleichförmig, so daß immer die Summe der Lumina der Gabelspaltungen den des ursprünglichen Stammes um einen bestimmten Werth überträfen, so ließe sich berechnen, wie oft sich die Aorta und deren Aeste verzweigen müßten, um die Feinheit der dünnsten Capillaren zu erreichen. Da aber keine regelmäßigen Verhältnisse der Art stattfinden und im Gegentheil das gesammte getheilte Flußbett schmaler als das ursprüngliche sein kann (§. 1017.), so ergiebt sich von selbst, daß die Berechnung von Young [3]), die jenes stätige und gleichartige Wachsthum voraussetzt, keine Sicherheit darbietet. Die Aorta würde nach ihm bei der dreißigsten Spaltung zu Gefäßchen kommen, durch die ungefähr zwei Blutkörperchen neben einander strömen könnten.

Nimmt man die früher (§. 1130.) erwähnten Verhältnisse der Pfortader aus, so ist das venöse Flußbett, durch welches das Blut zurückkehrt, weiter, als das arterielle, in dem es angekommen. Die Blutadernetze sind so geräumig, daß selbst ein oder der andere Stamm verschlossen sein kann, ohne daß sich eine bedeutende Störung auf der Stelle geltend macht. Die Natur vergrößert aber noch oft absichtlich die Venenräume, um das Blut an gewissen Stellen anzuhäufen und seinen Fluß zu verzögern. 1155

Denken wir uns, daß sich die Maschen eines Venennetzes möglichst verkleinern, so werden die einzelnen Röhren unmittelbar zusammenstoßen. Wir erhalten dann ein Fachgewebe, das mit dunkelm Blute gefüllt ist und verhältnißmäßig mehr Flüssigkeit, als ein freies Venennetz von der gleichen Ausdehnung enthält. 1156

Diese Verhältnisse finden sich in der Gebärmutter, der Milz und vorzüglich in den schwammigten Körpern des männlichen Gliedes und der Clitoris am deutlichsten ausgesprochen. Die venösen Fachgewebe, die später in freie Blutadernetze oder in einfache Stämme übergehen, nehmen sehr viel Blut auf und wechseln ihren Inhalt langsamer. Verstärken sich aber die Hindernisse des Abzuges, so häuft sich die Flüssigkeit in ihnen an, dehnt das Fachgewebe aus und vergrößert auf diese Weise den Umfang des Organs. Die Milz nimmt daher zur Verdauungszeit mehr Raum, als sonst ein. Die Steifung des männlichen Gliedes und der Clitoris kommt, wie wir in der Zeugungslehre sehen werden, auf ähnlichem Wege zu Stande. Die venösen Fachgewebe liefern daher den sprechendsten Beleg

[1]) Hecker's Annalen. Berlin, 1834. 8. S. 277.
[2]) J. Henle, Allgemeine Anatomie. S. 476.
[3]) Th. Young, in den Philosophical Transactions for the Year 1809. Part. I. London, 1809. 4. pag. 4.

für den zeitlichen Wechsel, dem die Blutfüllung der verschiedenen Organe selbst im regelrechten Zustande unterliegt.

1157 Zahl der Herz- und der Pulsschläge. — Das Herz eines erwachsenen Menschen klopft im Durchschnitt 65 bis 70 Mal in der Minute. Man findet jedoch auch nicht selten rüstige Jünglinge, die 70 bis 100 Schläge darbieten. Sehr alte Leute von 70 bis 80 Jahren haben häufig noch 80 in der Minute (§. 276.).

1158 Das Alter übt hierauf einen merklichen Einfluß aus. Das Herz des Neugeborenen klopft am Schnellsten. Die mittlere Zahl der Pulsschläge sinkt schon in dem ersten Lebensjahre um die Hälfte ihres ursprünglichen Standes, nimmt nur noch um ungefähr 1/8 zwischen 5 und 15 Jahren ab und bleibt dann das übrige Leben hindurch ziemlich beständig.

Nehmen wir die von Quetelet [1]) nach 300 Einzelbeobachtungen entworfene Tabelle als Beispiel, und setzen 70 Pulsschläge als Einheit voraus, so erhalten wir:

Alter in Jahren.	Zahl der Herzschläge in der Minute.			Mittlere Dauer eines Herzschlages in Secunden.	Verhältnißmäßiger Werth des Mittels.
	Maximum.	Minimum.	Mittel.		
Neugeborener . .	165	104	136	0,44	1,943
5 Jahre	100	73	88	0,68	1,257
10 bis 15 Jahre .	98	60	78	0,76	1,086
15 bis 20 » .	90	57	69,5	0,86	0,996
20 bis 25 » .	98	61	69,7	0,86	0,996
25 bis 30 » .	90	59	71,0	0,85	1,001
30 bis 50 » .	112	56	70,0	0,86	1,000

Das Herz des Erwachsenen klopft hiernach im Durchschnitt 100800 Mal und das des Neugeborenen 195840 Mal in 24 Stunden. Die Minima und die Maxima verhalten sich in beiden nicht ganz gleich, in diesem nämlich wie 1 : 1,59 und in jenem wie 1 : 2,00.

1159 Vergleicht man die Mittelwerthe der Pulsschläge und der Körperlängen, wie sie Quetelet für die verschiedenen Lebensalter angegeben hat, so findet man nach Rameaux und Serrus [2]), daß sich die Durchschnittszahlen der Herzschläge zu zwei verschiedenen Lebenszeiten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Körperlängen verhalten. König bestättigte dieses aus seiner eigenen Erfahrung. Anhang Nr. 56.

1160 Dieselbe Verhältnißweise kehrt für die mittleren Körpergewichte wieder. Die Quadrate von diesen verhalten sich annähernd wie die fünften Potenzen der Körperlängen. Verbindet man diesen Satz mit dem zuerst ausgesprochenen, so ergiebt sich, daß sich die Quadrate der Körpergewichte umgekehrt wie die zehnten Potenzen der Pulsschläge verhalten. Anhang Nr. 57.

[1]) A. Quetelet, Versuch über den Menschen. Deutsche Ausgabe von Riecke. Stuttgart, 1838. 8. S. 395.
[2]) Bulletin de l'Académie de Bruxelles. Tome VI. Nro 8. 1839. pag. 1 — 8.

Geht man von den Verhältnissen des 40jährigen Mannes aus, legt für ihn 70 Pulsschläge zu Grunde und berechnet die für die übrigen Lebensalter gültigen Werthe aus den Durchschnittszahlen der Körperlängen und der Körpergewichte, so erhält man: 1161 Anhang Nr. 56. u. 57.

Alter in Jahren.	Mittlere Zahl der Pulsschläge in der Minute.				
	Berechnet.				Gefunden.
	aus der Körperlänge.		aus dem Körpergewichte.		
	Mann.	Frau.	Mann.	Frau.	
Neugeborener	128,45	129,78	127,31	126,12	136
5 Jahre . .	91,28	92,00	92,54	91,64	88
10 » . .	80,43	81,32	84,70	83,03	78
15 » . .	73,06	74,20	75,50	75,96	78 69,5
20 » . .	70,20	72,45	70,82	70,77	69,5 69,7
25 » . .	—	—	70,16	70,51	69,7 71,0
30 » . .	71,00	72,30	70,00	70,23	71,0 70,0
50 » . .	70,00	73,30	70,00	69,77	70,0

Die Berechnungen, bei denen man die Körpergewichte zum Grunde legt, liefern verhältnißmäßig bedeutende Abweichungen für die ersten Lebensjahre. Man erhält z. B. für 1 Jahr 102,5 und 101,1 und für 2 Jahre 98,9 und 97,3. Die Erfahrung ergiebt aber für diese Zeiten im Durchschnitt 123 und 105 Pulsschläge. Anhang Nr. 57.

Die Annahme von Remeaur und Serrus wurden von König [1]) auf eine sehr scharfsinnige, aber etwas gezwungene Weise benutzt, um eine Aehnlichkeit zwischen den Kreislaufserscheinungen und den Planetenbahnen nachzuweisen. Das Keppler'sche Gesetz drückt nämlich aus, daß sich die Quadratzahlen der Umlaufzeiten wie die Cuben der großen Achsen verhalten. Betrachtet man die Menge der Pulsschläge als eine Function der Blutgeschwindigkeit und die Körperlänge als eine solche der Blutbahn, so läßt sich das von Remeaur und Serrus angegebene Verhältniß in ein anderes umsetzen. Die Quadrate der Umlaufszeiten des Blutes verhalten sich dann wie die dritten Potenzen der Körperlängen. Anhang Nr. 58.

Untergeordnete Verhältnisse ändern häufig die Zahl der Pulsschläge. Liegt ein Mensch, so klopft sein Herz langsamer, als bei dem Sitzen oder Stehen. Hält man sich vorzüglich an die Erfahrungen von Guy [2]), so beträgt im Allgemeinen der Unterschied $^1/_8$ bis $^1/_9$ für das Liegen und Sitzen, $^1/_4$ bis $^1/_{23}$ für das Liegen und Stehen, $^1/_4$ und $^1/_{107}$ für das Stehen und Sitzen. Diese Veränderungen gehen größtentheils nur aus den 1162

[1]) König, der Kreislauf des Blutes und die Planetenbahnen. Weißensee, 1844. 8. Seite 9.

[2]) W. A. Guy, in Guy's Hospital Reports edited by G. H. Barlow and J. B. Babington. Vol. III. London, 1838. 8. p. 92 — 110. 308—329. Vol. IV. 1839. 8. pag. 63 — 74.

Wechselerscheinungen der Körperstellungen selbst, nicht aber aus den damit verbundenen Muskelverkürzungen hervor. Band Guy die zu untersuchenden Personen an ein Brett, so erhielt er 89 Schläge für die senkrechte Stellung, 86 für die Neigung von 60°, 83 für 45°, 78 für 30° und 75 für die wagerechte Lage. Die Werthe weichen um weniger, als 1° von denen, in welchen die gleichen Ortsveränderungen durch willkührliche Muskelverkürzungen erreicht worden, ab. Die Beobachtungen beziehen sich auf 23 Personen von 16 Jahren mittleren Alters.

Die mannigfachsten Einflüsse des Nervensystems ändern die Zahl der Herzschläge[1]). Sie sind auch im Schlafe langsamer, als im wachen Zustande. Guy fand des Morgens einen häufigeren Puls bei Männern und einen langsameren bei Frauen.

1163 Rauminhalt der Höhlen des lebenden Herzens. — Wir haben früher (§. 929.) gesehen, daß die Zusammenziehung der Vorkammer geringe Mengen Blutes in die Hohl- und die Lungenvenen zurücktreiben kann, daß aber mehrere Nebeneinrichtungen diesen Uebelstand verkleinern oder selbst für die meisten Fälle beseitigen. Wir können ihn daher für die uns hier beschäftigende Betrachtung außer Acht lassen.

1164 Hat der rechte Vorhof eine bestimmte Menge Blutes aufgenommen und treibt er sie in dem nächsten Augenblicke in die rechte Kammer, so gelangt sie bald darauf in den kleinen Kreislauf. Gäbe dieser nicht dieselbe Menge an den großen Kreislauf ab, so würden die Lungen binnen Kurzem überfüllt werden. Durchgreifende Störungen müßten unter solchen Verhältnissen um sich greifen.

1165 Ein Umstand kann hier leicht irre führen. Da das Blut Wasser und Kohlensäure in den Lungen verliert und dafür Sauerstoff aufnimmt, so glaubte man, daß die Athmungserscheinungen den Rauminhalt der Blutmasse wesentlich änderten. Verlöre aber das Venenblut, indem es durch die Lungen geht, einen nicht unbedeutenden Theil seines Volumens, so müßte das rechte Herz geräumiger, als das linke sein, wenn sich beide Kreisläufe in einem berechneten Gleichgewichte halten sollten.

Die nähere Prüfung beseitigt diese Vorstellung. Ich athmete z. B. in der Minute 0,250 Grm. Wasser und 0,646 Grm. Kohlensäure aus und nahm dafür 0,549 Grm. Sauerstoff auf. Der Verlust betrug mithin im Ganzen 0,347 Grm. Da aber mein Herz 69 Mal in der Minute klopft, so haben wir 0,005 Grm. für jeden Herzschlag, d. h. eine so geringe Menge, daß keine erhebliche Volumensveränderung zu Stande kommen kann.

1166 Alle vier Herzhöhlen müssen daher im Leben die gleichen Blutmengen in regelrechten Bahnen weiter befördern. Der Rauminhalt der systolischen Vorhöfe wird mit dem der diastolischen Kammern übereinstimmen. Aeltere Forscher[2]) haben schon mit Recht hervorgehoben, daß die verschiedenen

---

[1]) Vgl. über diese und andere Erscheinungen J. Budge, Allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft, basirt auf Physiologie. Bonn, 1843. 8. S. 135 fgg.

[2]) Alb. ab Haller, De c. h. fabrica et functionibus. Tom VII. pag. 192 fgg.

Durchmesser der in die Vorkammern mündenden Venen diesen Verhältnissen nicht widerstreiten.

1167 Die Erscheinungen, die das todte Herz darbietet, gestatten keinen Rückschluß auf die Lebensverhältnisse. Die Muskelfasern, die hier keinen erheblichen Widerstand zu überwinden haben, verkürzen sich nach Maaßgabe der Nebenumstände in verschiedenem Grade. Da aber das linke Herz mehr Muskelmasse, als das rechte enthält, so werden sich auch seine Höhlen stärker verkleinern. Die ungleiche Blutfüllung kann das Mißverhältniß vergrößern. Sie liegt ihm aber nicht ursprünglich zu Grunde. Denn es erhält sich an dem blutleeren, wie an dem gefüllten Herzen.

1168 Versucht man den Rauminhalt der Herzhöhlen zu bestimmen, so übt auch die Flüssigkeit selbst ihren Einfluß aus. Das schwerere Quecksilber, das stärker ausdehnt, giebt größere Werthe, als Wasser.

1169 Messungen, die ich an den frischen Leichen zweier Selbstmörder anstellte, können das eben Gesagte versinnlichen und einen anschaulichen Ueberblick des Ganzen liefern. Ich erhielt:

Individuum.	Herztheil.	Zahl der Bestimmungen.	Rauminhalt in Cubikcentimetern.					
			Wasserbestimmung.			Quecksilberbestimmung.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
40jähriger Mann, der sich erhenkt hatte.	Rechter Vorhof	5	151	143	149	—	—	—
	Rechtes Herzohr	4	26	16	21	32	30	81
	Rechte Kammer	5	200	160	180	—	—	—
	Linker Vorhof	10	93	85	87	—	—	—
	Linkes Herzohr	4	9,3	8,8	9,1	20,3	17,7	19
	Linke Kammer	10	96	75	85	—	—	—
33jähriger Mann, der sich erhenkt hatte	Rechte Kammer	4	—	—	38	—	—	68
	Linke Kammer	4	—	—	17	—	—	18

Das Herz des 40jährigen Mannes wog 428,1 Grm. und nahm in seinen Wänden 360 Cubikcentimeter ein. Das des 33jährigen Menschen ergab 238,5 Grm. und 223 C. C.

Man sieht hieraus, wie die Verkleinerung der Herzhöhlen mit der Stärke der sie begrenzenden Muskelmassen zunimmt. Die Wände der linken Kammer sind auch in vielen Herzen so dick, daß man auf den ersten Blick glaubt, daß hier die Verkürzungsgebilde mehr als das Doppelte des rechten Ventrikels betragen.

1170 Die rechte Kammer wird sich den natürlichen Verhältnissen am meisten nähern. Wir haben für sie im Durchschnitt 180 C. C. in dem einen und 38 C. C (oder nach der Quecksilberbestimmung 68 C. C.) in dem zweiten Herzen. Das Mittel von beiden Beobachtungen gleicht daher 109 bis 124 C. C.

Helvetius[1]) kam in ähnlichen Bestimmungen auf 60 bis 75 C. C. Krause[2]), der ebenfalls annimmt, daß alle vier Herzhöhlen gleich viel fassen, fand nach vielen Messungen 134 bis 203 C. C. Sein Mittel gleicht 159 C. C.

1171 Läßt man die durch die Wärmeverhältnisse bedingten Verbesserungen bei Seite und nimmt die Eigenschwere des Blutes zu 1,06 an, so faßte die rechte Kammer des 40jährigen Erhängten 170 und die des 33jährigen 36 Grm. Blut. Der Mittelwerth von 109 C. C. giebt dann 103 Grm. und die Durchschnittszahl von Krause 150 Grm. Viele andere Schriftsteller, wie Müller, Arnold und König, nehmen nur 60 bis 90 Grm. an.

1172 Beträgt der mittlere Querschnitt der Aorta oder der Lungenarterie 5 Quadratcentimeter, so geben dann 109 C. C. Blut eine Säulenhöhe von beinahe 2,2 Decimeter. Mag nun die Verschiedenheit der Durchmesser der Schlagaderbahnen und die elastische Nachgiebigkeit der Wände die Verhältnisse noch so sehr ändern, so erhellt wenigstens so viel, daß jede Kammersystole das Blut eine verhältnißmäßig bedeutende Hauptstrecke in dem Stamme und den Aesten der Aorta verdrängt und fortschiebt.

Anhang Nr. 50.

1173 Kreislaufsdauer. — Treibt jeder Herzschlag 103 Grm. Blut in den großen und eben so viel in den kleinen Kreislauf und wiederholt sich dieses im Durchschnitt 70 Mal in der Minute, so haben wir 7,21 Kilogr. für die Lungen und eben so viel für den übrigen Körper. Die beiden Grenzwerthe von 36 und 170 Grm. geben in dieser Hinsicht 2,31 und 11,9 Kilogr.

1174 Schlägt man die mittlere Blutmenge des 33jährigen Mannes zu 14,6 Kilogr. an, so wird im Durchschnitt das ganze Blut die Lungen in zwei Minuten durchsetzt haben. Der Maximalwerth von 11,9 Kilogr. gäbe sogar nur 73 und die Durchschnittszahl von Krause 84 Secunden.

Anhang Nr. 54.

1175 So sehr auch diese geringen Zeitgrößen auf den ersten Blick befremden, so werden sie doch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Ist dieses der Fall, so folgt hieraus von selbst, daß sich die gegenseitigen Verhältnisse der angeführten Mittelwerthe der Zahl der Herzschläge, des Rauminhaltes der Herzhöhlen und der Blutmenge der Wahrheit annähern.

1176 Hering[3]) wies zuerst nach, daß das Blut seine Kreisbahnen in sehr kurzen Zeiträumen vollendet. Das Verfahren, dessen er sich bediente, wurde später im Wesentlichen von Poiseuille[4]) mit dem gleichen Erfolge wiederholt.

Man setzt eine mit einem Hahne versehene Einflußröhre, die oben in einen Trichter ausgeht, in die Jugularvene des Pferdes centripetal ein und öffnet ein anderes Körpergefäß, dessen Blutstrahl in einer Reihe von

---

[1]) Alb. ab Haller, De c. h. fabrica et functionibus. Tom. II. p. 133

[2]) Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Auflage. Bd. I. S. 787.

[3]) Hering, in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. III. Heidelberg, 1825 4 S. 64.

[4]) Poiseuille, in den Annales des sciences naturelles. Seconde Série. Tome XIX. Paris, 1843. 8 p. 30.

Gläsern aufgefangen werden kann. Die Einflußröhre wird mit einer Lösung von Blutlaugensalz gefüllt. Ein Gehilfe bemerkt an der Secundenuhr die Zeit, zu welcher der Hahn aufgemacht und jedes einzelne der dann unter den freien Blutstrahl gehaltenen Gläser gefüllt worden ist. Hat sich das Serum abgesetzt, so prüft man es mit Eisenchlorid auf Berlinerblau.

Ist z. B. die Schenkelblutader angezapft worden und giebt das Glas, das zwischen 20 und 25 Secunden gefüllt wurde, Eisenkaliumcyanür zu erkennen, so hat das Blut keine halbe Minute nöthig gehabt, um durch das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz, die Aorta, die Schlagadern, Capillaren und Blutadern eines Theiles des Hinterbeines zu strömen. Es wird daher in weniger, als einer Minute zum zweiten Male in die Lungen zurückkehren.

1177 Hering fand in dieser Hinsicht 20 bis 30 Secunden für die zweite äußere Drosselvene, 20 für die große Schenkelhautblutader, 10 bis 15 für die äußere Kieferschlagader und 20 bis 30 und ein Mal mehr als 40 Secunden für die Mittelfußarterie. Poiseuille kam auf 25 bis 30 und 30 bis 34 Secunden für die zweite Drosselvene.

1178 Es versteht sich von selbst, daß die Bahn, die ein Molecül des Blutes zu durchlaufen hat, über die Zeit, die es hierfür braucht, entscheidet. Der kürzeste Weg wird durch die Gefäße des Herzens und der weiteste durch die der Zehen umschrieben. Die übrigen Widerstände und vorzüglich die Hindernisse, die von den feinsten Gefäßröhren ausgehen, müssen hier noch entscheidender, als die Länge eingreifen. Es werden daher die verschiedenen Theile des Blutes ungleiche Geschwindigkeiten darbieten. Ein Molecül, das ein entfernteres Gebilde durchsetzt, braucht nicht immer später, als ein anderes, das näher gelegene Gewebe versorgt, im Herzen anzulangen.

1179 Poiseuille hat nachzuweisen gesucht, daß fremdartige Beimischungen diese Verhältnisse ändern können. Manche Lösungen, wie die von Salpeter oder essigsauerem Ammoniak, strömen durch feine Glasröhren schneller, und andere Flüssigkeiten, wie Weingeist und Blutserum, langsamer, als destillirtes Wasser. Vermischt man das Letztere mit Salpeter oder mit essigsauerem Ammoniak, so wird seine Geschwindigkeit beschleunigt; ein Zusatz von Weingeist verzögert sie dagegen.

Die gleichen Erscheinungen wiederholten sich, wenn Poiseuille[1] die Mischungen durch die Nierenschlagader oder die Hinterbeine von Hunden trieb. Die Flüssigkeiten wurden dabei in die Schlagadern unter einem dem Arterienblute ähnlichen Drucke, nämlich unter 1835 Mm. Wasser oder 135 Mm. Quecksilber eingeführt und von den Venen aus aufgefangen. Die Gefäße selbst waren vorher mittelst eines durchgetriebenen Serumstromes möglichst gereinigt.

1180 Poiseuille suchte denselben Satz für lebende Thiere zu erhärten. Er bestimmte die Kreislaufsdauer eines Pferdes, indem er eine wäßrige

[1] Poiseuille, a. a. O. p. 26 — 29.

Lösung von Blutlaugensalz in die eine Jugularvene einleitete und den Blutstrahl aus der anderen auffing. Der Versuch wurde dann 24 Stunden später in gleicher Weise mit der Zusatzmischung wiederholt, Die Beimengung von Salpeter oder von essigsauerem Ammoniak gab dann kleinere und die von Weingeist größere Zeitwerthe.

Die Beobachtungsweise gestattet noch manche Einwürfe. Die fremden Verbindungen können nicht bloß mechanisch wirken, sondern auch den Herzschlag und die Durchmesser der Capillaren ändern. Die Untersuchungen, die an todten Theilen angestellt werden, sind nicht diesem Uebelstande ausgesetzt. Die wechselnden Durchmesser der Capillaren veranlassen jedoch auch hier vielleicht einzelne Abweichungen.

Stellen wir die Erfahrungen, die Poiseuille an den beiden Jugularvenen lebender Pferde gewonnen hat, übersichtlich zusammen, so erhalten wir:

Alter des Pferdes in Jahren.	Eingeführte Mischung.	Zahl in der Minute.		Zeit des Ueberganges in die zweite Jugularvene. in Secunden.
		der Herzschläge.	der Athemzüge.	
7	Wäßrige Lösung von Eisenkaliumcyanür. 1,11 % des Salzes .	48	13	25 bis 30.
Dasselbe Thier.	Dieselbe Blutlaugensalzlösung mit 25 Grammen essigsaueren Ammoniak von 5° Baumé auf 425 Grm. destillirten Wassers . .	—	—	18 bis 24.
Desgleichen.	5 Grm. Blutlaugensalz auf 100 Grm. destillirten Wassers und 350 Cubikcentimeter Weingeist von 40°	—	—	40 bis 45.
11	Wässrige Lösung von Eisenkaliumcyanür; 1,11 % des Salzes	40	11	30 bis 34.
Dasselbe Pferd.	5 Grm. Blutlaugensalz und 4 Grm. Salpeter auf 450 Grm. Wasser	—	—	20 bis 25.

Poiseuille hat noch beiderlei Versuche in zwei anderen Pferden mit den gleichen Ergebnissen wiederholt.

1181 Nimmt man eine Minute als runde Zahl für die mittlere Kreislaufsdauer des Menschen an, so wird das Blut seine Bahnen 1440 Mal in 24 Stunden durchlaufen. Da die Lungen weniger Blut, als der gesammte übrige Körper enthalten, die rechte Kammer aber eben so viel, als die linke austreibt, so muß die Flüssigkeit in dem kleinen Kreislaufe rascher, als in dem großen strömen.

1182 Mittlere Geschwindigkeit des Blutes. — Setzten sich keine Hindernisse dem centrifugalen Laufe des Schlagaderblutes entgegen, so gäbe der Blutkraftmesser ein Mittel, die Schnelligkeit des Stromes der Schlagadern zu messen. Haben wir hier z. B. 15 Centimeter Quecksilberdruck, so entspricht dieser 2,04 Meter Wasserdruck. Berücksichtigt man aber nicht die Nebenwiderstände, so muß eine Flüssigkeit, die unter dieser Pressung steht, mit 6,33 Meter Geschwindigkeit ausfließen.

Anhang Nr. 9.

Die Blutsäulen, die schon in den Gefäßen enthalten sind, widerstehen aber denen, die sich eindrängen. Könnte der Blutkraftmesser mit Genauigkeit bestimmen, wie sehr sich die Spannung während der Kammerzusammenziehung erhöht und wie sie allmählig während der Diastole abnimmt, so ließe sich eher die Geschwindigkeit schätzen. Da aber der letztere Werth gar nicht und der erstere unvollkommen ermittelt ist, da überdieß die Athmungsschwankungen wesentliche Veränderungen nach sich ziehen, so fehlen die nöthigen Grundwerthe, um auf diesem Gebiete genauere Berechnungen anzustellen. 1183

Die Bemühungen älterer Forscher [1], diese Zahlen zu ermitteln, blieben deshalb fruchtlos, weil sie meist die Widerstände der mittleren und feineren Gefäße außer Acht ließen und selbst manche der Grundwerthe unrichtig annahmen. Guettet [2] gab in neuester Zeit an, daß er die mittlere Geschwindigkeit des Schlagaderblutes zwischen Systole und Diastole zu 0,5 Meter in der Secunde berechnet habe. Da jedoch noch vorläufig die ausführliche Darstellung seiner Mittheilungen mangelt, so läßt sich auch über deren Werth nicht urtheilen. Diese Schnelligkeit entspricht 1,274 Centimeter Wasser- und 0,937 Millimeter Quecksilberdruck.

Da die mittlere Geschwindigkeit des Capillarblutlaufes ½ Millimeter beträgt (§. 1094.), so ergiebt sich von selbst, daß die rasche Strömung in den größeren Gefäßen das Mißverhältniß ausgleichen muß. Wäre die Ausdehnung der Lungenbahn bekannt, so ließe sich aus ihr, der Entfernung der Organe von dem Herzen und der Kreislaufsdauer die durchschnittliche Schnelligkeit berechnen. Man sieht aber leicht, daß es bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen unmöglich ist, dieser Forderung selbst auf dem Wege der Schätzung zu genügen. 1184

Abhängigkeit des Kreislaufes von der Athmung. — Wir haben früher (§. §. 1002. und 1123.) gesehen, welchen Einfluß die stärkeren Athembewegungen auf die Spannung des Blutes ausüben. Es bleibt daher nur noch übrig, die gegenseitigen Beziehungen des Athmens und des Kreislaufes, so weit nicht die Nervenverhältnisse eingreifen, darzustellen. 1185

Es versteht sich von selbst, daß die Athmung die Thätigkeit des Herzens voraussetzt. Wird kein neues Blut mehr in die Lungen getrieben, so muß bald die eingeathmete Luft die in ihnen enthaltene Blutmasse, so sehr als möglich, verändert haben. Die Wechselwirkung wird binnen Kurzem aufhören. 1186

Die Athmung belebt aber auch umgekehrt das Herz. Tödten wir ein warmblütiges Thier, so steht der Kreislauf binnen Kurzem still. Das Herz schlägt gar nicht oder es zieht sich nur schwach und in ungenügender Weise zusammen. Ahmen wir dagegen die Athmungsmechanik künstlich nach, so belebt sich der Herzschlag von Neuem. Der Kreislauf kann sich in einem großen Theile des Körpers herstellen und längere Zeit unterhalten werden. 1187

---

[1] Vergl. St. Hales, Haemastatique Traduit par M. de Sauvages. Genève, 1744. 4. pag. 32. Alb. ab Haller, De c. h. fabrica et functionibus. Tom. IV. p. 12—14. Young, in den Philosophical Transactions. 1809. p. 5 fgg.

[2] Guettet, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XXII. Paris, 1846. 4. p. 126.

Man leitet diese künstliche Athmung am Einfachsten ein, wenn man eine Glasröhre oder einen elastischen Katheter in die Luftröhre bindet und abwechselnd Luft in die Lungen bläst und wiederum zurückzieht. Man kann auch die Lungen an einzelnen Stellen mit einer Nadel oder einer Messerspitze durchstechen und die Luft geraden Weges durchstreichen lassen. Dieses Verfahren gelingt vorzüglich bei lebhafter Reizbarkeit frisch getödteter Thiere.

Größere Geschöpfe machen die Anwendung eines Blasebalges nöthig. Man bedient sich hierzu am Besten eines doppelten, der auf einem passenden Gestelle ruht. Die Ventile eines jeden der beiden Räume müssen abwechselnd spielen. Drückt der erste Luft in die Lungen ein, so muß sich der zweite entleeren, um das Gas in dem nachfolgenden Augenblicke aus den Athmungswerkzeugen auszusaugen. Der erste füllt sich indeß mit atmosphärischer Luft. Manche Physiologen [1]) gebrauchen auch zu diesem Zwecke eine Spritze, die mit einer verschließbaren Seitenöffnung versehen ist.

1188 Die Herzschläge wiederholen sich häufiger, als die Athemzüge. Die Beschleunigung des Athmens verbindet sich oft mit einer vergrößerten Schnelligkeit des Kreislaufes und umgekehrt. Man weiß jedoch nicht, welche gegenseitigen Verhältnisse in dieser Hinsicht Statt finden und ob beide Thätigkeiten gleichförmig steigen und fallen oder nicht.

1189 Nehmen wir zum Vergleich die Werthe, die Quetelet [2]) in einer größeren Reihe von Personen männlichen Geschlechtes erhalten hat, so haben wir:

Alter in Jahren.	Zahl in der Minute.						Verhältniß des Mittelwerthes der Athemzüge zu denen des Herzschlags.
	Herzschläge.			Athemzüge.			
	Maximum	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Neugeborener . . .	165	104	136,0	70	23	44,0	1 : 3,01
5 Jahre	100	73	88,0	32	—	26,0	1 : 3,38
10 bis 15 Jahre . .	98	60	78,0	—	—	—	—
15 bis 20 » . .	90	57	69,5	24	16	20,0	1 : 3,48
20 bis 25 » . .	98	61	69,7	24	14	18,7	1 : 3,73
25 bis 30 » . .	90	59	71,0	21	15	16,0	1 : 4,44
30 bis 50 » . .	112	56	70,0	23	11	18,1	1 : 3,87

1190 Obgleich das Herz des Neugeborenen rascher, als das des Erwachsenen schlägt, so erreichen doch in ihm die Athembewegungen eine solche Häufigkeit, daß dadurch die Herzkammern in Nachtheil kommen. Das Mißverhältniß verkleinert sich im Laufe der späteren Entwickelung. Die Athemzüge nehmen daher in der Folge mehr, als die Herzschläge ab. Dieses Gesetz gilt jedoch nur für die Mittel-, nicht aber für die Grenzwerthe.

1191 Wiederholen sich die Herzschläge mehrere Male im Laufe eines Athem-

[1]) Magendie, Précis élementaire de Physiologie. Quatrième Edition. p. 278.
[2]) Quetelet. a. a. O. S. 395.

zuges, so können ihre Stöße die Spannung des Blutes verstärken und den Durchfluß desselben lebhafter unterhalten. Immer neue Blutmassen kommen daher um so leichter mit der eingeathmeten Luft in Berührung. Die Wirkung der in den Lungen enthaltenen Atmosphäre wird auf diese Art in einem ausgedehnteren Kreise verbreitet.

1192 Ungleichheiten der Blutvertheilung. — Die Erscheinungen, welche die Schwellung und die Steifung darbietet (§. 1156.), beruhen schon im regelrechten Zustande auf einer besonderen Begünstigung eines einzelnen Theiles. Dieser erhält mehr Blut auf Kosten der übrigen. Die rasche Verengerung oder Erweiterung der Capillaren kann das Gleiche bewirken. Die Labilität der Gefäßröhren ist endlich noch im Stande, einen dauernden ersprießlichen oder nachtheiligen Wechsel der Vertheilung der Blutmassen nach sich zu ziehen.

1193 Befindet sich ein Theil unter einem schwächeren Drucke, so strömt auch in ihn mehr Blut ein (§. §. 170. und 179.). Die Beschaffenheit der Nachbargebilde muß aber das Maaß der Wirkung bestimmen helfen. Geben sie leicht nach, so wird mehr Blut aufgenommen. Ist dieses nicht der Fall, so werden andere denselben Einflüssen ausgesetzte Organe größere Blutmengen erhalten. Der Schädel leistet mehr Widerstand, als die nachgiebigeren Gebilde des Halses. Platzt z. B. die Zuleitungsröhre einer Taucherglocke oberhalb des Meeresspiegels, so treibt der Druck des Wassers einen großen Theil der in dem Behälter eingeschlossenen Luft heraus. Sie mußte früher unter einer stärkeren Spannung, als der von einer Atmosphäre stehen und kommt jetzt mit dieser in unmittelbare Berührung. Die plötzliche Verdünnung treibt das Blut nach der Haut. Die Gefäße des durch den Schädel geschützten Gehirns leiden dann nach Bergmann[1]) weniger, als die des Halses oder Gesichtes, die sich möglichst stark ausdehnen oder selbst bersten.

1194 Hat man eine größere Schlagader unterbunden oder ist sie von selbst unwegsam geworden, so wird der Theil des Blutes, den sie früher aufnahm, nach anderen Gebilden geleitet werden. Hinge die Bewegung von der Blutmenge ab, so müßte sich dann die Geschwindigkeit verzögern. Da aber solche Eingriffe, wenn sie einen beträchtlicheren Grad erreichen, verwickeltere Verhältnisse nach sich ziehen und sich häufig genug der Druck des Blutes in gleichem Maaße verstärkt, so kann sogar der entgegengesetzte Erfolg zu Stande kommen.

1195 Alle Organe sind wechselseitig für den vollständigen Organismus berechnet. Verliert aber ein Mensch ein Bein und wird er später wieder vollkommen gesund, so bereitet leicht sein Körper zu viel Blut. Die Beschwerden der Blutüberfüllung werden dann eher auftreten. Wir finden auch nicht selten, daß kräftige, junge Oberschenkelamputirte von Zeit zu Zeit zur Ader lassen müssen, um Anfälle von Schwindel oder von Blutandrang nach den Lungen zu beseitigen.

---

[1]) Bergmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1844. 8. S. 303.

1196 Lufteintritt in die Gefäße. — Es ist mehr als ein Mal vorgekommen [1]), daß Kranke, an denen man eine größere Operation in der Nähe des Schlüsselbeines verrichtete, unter den Händen des Wundarztes starben. Man hörte ein Zischen, wie wenn Luft in einen verdünnten Raum durch eine enge Oeffnung stürzt, oder wie wenn Gas schnell in eine Flüssigkeit eingesogen wird. Der Mensch wurde im Augenblicke blaß, schrie auf oder sagte selbst, daß er sterbe, wurde ohnmächtig, bekam bisweilen leise Krämpfe im Gesicht oder den Extremitäten und war binnen wenigen Minuten eine Leiche. Ein auffallender Todeskampf fehlte in den meisten Fällen. Manche Personen boten die beunruhigendsten Zeichen der Art dar, erholten sich aber wieder. Die Gefahr, in der sie sich befanden, schwand bald spurlos.

1197 Der Ton, der den Zufall begleitet, führt schon auf die Vermuthung, daß Luft in das Blut eintritt und in gasförmiger Gestalt weiter befördert wird. An Thieren angestellte Beobachtungen bestätigen diese Voraussetzung.

Kleine Mengen von Atmosphäre können sich ohne Nachtheil mit dem Blute vermischen. Spritzt man Flüssigkeiten in die Jugularvene in centripetaler Richtung, arbeitet man mit dem Blutkraftmesser oder durchschneidet zu anderen Zwecken größere Blutgefäßstämme, so gelangen oft unwillkührlich mehrere Cubikcentimeter atmosphärischer Luft in das Blut. Sie eilen rasch weiter, das Thier aber spürt nicht den geringsten Nachtheil davon.

Man ist dagegen im Stande, Säugethiere sehr rasch zu tödten, wenn man eine Röhre in die Jugularvene centripetal einfügt und Luft einbläs't. 700 Cubikcentimeter können schon bei einem kleinen und einige Liter bei einem großen Pferde hinreichen. Die Hälfte eines Liters würde daher wohl schon einen erwachsenen Menschen tödten.

Das Blut der Leiche ist an vielen Stellen schaumig. Der Luftinhalt tritt vor Allem in dem Herzen und den Gefäßen des kleinen Kreislaufes hervor. Die Vorhöfe und die Kammern oder einer dieser Theile enthalten häufig größere Gasmassen. Die Herzohren werden von ihnen nicht selten blasig ausgedehnt.

1198 Das Haupthinderniß liegt in den feinsten Gefäßnetzen der Lungen. Physikalische Versuche können leicht die Widerstände, welche der Durchtritt von Luft in Haarröhren antrifft, nachweisen. Biegt man sich eine lange Glasröhre, die nur 1,9 Millimeter im Lichten mißt, nach Art des Blutkraftmessers und füllt sie mit Quecksilber, so daß immer eine kleine Luft- und eine Metallsäule gegenseitig abwechseln, so bleiben die Quecksilberabtheilungen fußhoch über dem hydrostatischen Gleichgewicht. Das kräftigste Blasen ist nicht im Stande, die Flüssigkeit herauszutreiben. Die zunächst gelegenen Luftsäulen werden zusammengedrückt. Die späteren Massen dagegen rücken fast gar nicht von der Stelle.

---

[1]) Eine Reihe von Fällen der Art finden sich zusammengestellt in: C. J. v. Wartmann, Sicheres Heilverfahren bei dem schnell gefährlichen Lufteintritt in die Venen und dessen gerichtsärztliche Wichtigkeit. Wien, 1843. 8. S. 1 fgg.

Das Gleiche wird sich in den Lungen wiederholen. Die feinsten Gefäße haben hier nur 0,002 Mm. im Durchmesser (§. 1151.). Sie sind daher 980 Mal so dünn, als die oben erwähnte Glasröhre. Gelingt es auch, daß einzelne Luftblasen in das linke Herz übergetrieben werden, so wird doch die Hauptmasse in den Haargefäßen der Lungen stocken. Der Lufteintritt in die Jugularvenen bildet daher das kräftigste Mittel, den kleinen Kreislauf in ausgedehnterem Grade zu hemmen und das Leben binnen Kurzem aufzuheben.

Manche Forscher glaubten, daß die Atmosphäre, wenn sie mit den Herzwänden in Berührung kommt, die Zusammenziehung der Muskelfasern lähmt. Zwei Gründe sprechen jedoch gegen diese Vorstellung. Wird das Herz eines lebenden Thieres ausgerissen, so ist der Todeskampf heftiger, als nach dem Einstürzen der Luft in die Blutadern. Steht es aber still, so kann man es, wie Wepfer [1]) schon fand, durch Einblasen von Luft zu neuen Bewegungen anregen.

Blutverhältnisse der Leiche. — Das Herz stirbt nicht in den gewöhnlichen Todesarten auf ein Mal ab. Die Kammern Enthaupteter ruhen in der Regel früher und die linke Herzhälfte eher, als die rechte [2]). Es wird daher dann der große Kreislauf das Blut eher, als der kleine, und das rechte Herz mehr, als das linke zurückbehalten. 1199

Hört alle Bewegung auf, so ziehen sich die Schlagadern in hohem Grade zusammen. Ihr Lumen verschwindet hierdurch nicht selten gänzlich (§. 1038.). Sie suchen hierbei ihren Inhalt nach den Orten des geringsten Widerstandes zu treiben. Ein Theil gelangt auf diese Weise in die Capillaren und in die nachgiebigeren Venen. Die letzteren werden auch die Wirkungen der Verengerung der feinsten Blutgefäßnetze aushalten.

Hörte diese Verengerung der Schlagadern nach wenigen Augenblicken auf, so würden sie ihren früheren Rauminhalt vermöge ihrer Spannkraft einzunehmen suchen. Das noch flüssige Blut könnte zurückrücken und die ganze Erscheinung würde keine bleibenden Folgen nach sich ziehen. Da aber jener Zustand Stunden lang anhält, so gerinnt indeß ein großer Theil der Blutmasse. Erweitern sich dann wieder die Arterien, so kann sich nicht mehr ihr Inneres mit flüssigem Blute vollständig füllen. Ausgedehnte Strecken bleiben daher leer, d. h. sie nehmen Wasserdampf und die etwa aus dem Blute frei werdenden Gase auf.

Wird das Herz plötzlich gelähmt, so wird auch die ungleiche Blutvertheilung weniger scharf hervortreten. Bewegt sich die rechte Herzhälfte längere Zeit, so muß sich das Blut immer mehr nach den Körperblutadern und dem Lungenkreislaufe hinüberzuziehen suchen. Die Leerheit der Schlagadern ist hierdurch begünstigt. Sie tritt dagegen in den Hintergrund, wenn das ganze Herz plötzlich still steht oder die Verengerung der Arterien, die nach dem Tode eingreift, eine nur geringe Stärke erreicht oder kurze Zeit dauert. Wir finden daher nicht selten Leichen, in denen das Schlagadersystem mit Blut gefüllt ist. Durch elektrische Schläge getödtete oder 1200

---

[1]) J. J. Wepfer, Historia Cicutae aquaticae. Basileae, 1716. 4. p. 88. 89.
[2]) Vergl. P. H. Nysten, Recherches de Physiologie et de Chimie pathologique. Paris, 1817. 8. p. 321.

zu Tode gehetzte Thiere, Menschen, die vom Blitz getroffen worden oder eines raschen Erstickungstodes gestorben sind, zeigen häufig das Gleiche. Bleibt das Blut von Nerven- oder Faulfieberkranken, von Blutern, von Frauen, die an Gebärblutungen zu Grunde gegangen, längere Zeit flüssig, so wird sich nicht selten dieselbe Erscheinung wiederholen.

Das Athmen.

1201 Die nicht unbedeutenden Kohlensäuremengen, die das Blut enthält, entweichen zum Theil bei der mittelbaren oder unmittelbaren Berührung der Atmosphäre. Es wird dafür Sauerstoff aufgenommen und die früher dunkelere Flüssigkeit hochroth gefärbt. Das Blut erhält dabei die Fähigkeit, die Theile von Neuem zu beleben. Der Austausch der Gase wird so zu einer der wichtigsten Thätigkeiten unseres Körpers.

1202 Reichte das Blut, das die Haut durchsetzt, hin, die nöthige Umwandlung einzuleiten, so wären keine besondere Werkzeuge zur Ergänzung nöthig gewesen. Die Menge der Flüssigkeit, die in der nächsten Nachbarschaft unserer äußeren Körperoberfläche und den inneren, mit der Luft verbundenen Höhlen, wie dem Munde und der Nase, strömt, ist aber zu gering, als daß sie dieser Foderung genügen könnte. Die Epithelialüberzüge werden auch hier meist so stark, daß sie wahrscheinlich den Wechsel der Gase erschweren.

Die Natur hat daher besondere Athmungswerkzeuge zur Vervollständigung des Ganzen geschaffen. Sie mußte in ihnen das Blut in einer ausgedehnten Oberfläche mit der Luft in Berührung bringen. Zwei verschiedene Wege, die auch beide in der Thierwelt in Anspruch genommen werden, können hier zum Ziele führen.

1203 Fig. 152.

Soll eine Fläche *ab* mit einer Flüssigkeit in Berührung kommen, ohne daß deshalb an Volumen verloren geht, so werden wir am vortheilhaftesten verfahren, wenn wir sie bogenförmig als *ced* einbiegen. Bildet sie eine Reihe von Vorsprüngen oder Einsenkungen, *fgh* und *hik*, so muß der Zweck noch vollkommener erreicht werden. Eine Menge von Fortsätzen oder zahlreiche, nach innen geschlagene Gänge können diesen Vortheil darbieten. Die Kiemen, mit denen die Wasserthiere athmen, bilden nach außen und die Luftröhrenverzweigungen nach innen gerichtete Sprossen, welche die athmende Oberfläche vergrößern.

Wir werden in der Folge sehen, daß die Absonderungswerkzeuge ihre wirksamen Flächen in gleicher Weise vergrößern. Die Lungen bilden daher auch gewissermaßen Drüsen, deren Hauptausführungsgang die Luftröhre darstellt. Die Bronchi sind die nächsten und die Bronchia die entfernteren Verzweigungen. Die gabelige Theilung setzt sich so lange fort, bis endlich kleine, eben noch mit dem freien Auge wahrnehmbare Aeste übrig bleiben. Sie schließen mit Lungenbläschen, die nach Moleschott's[1]) Angabe nicht bloß an den Endspitzen ihrer Achsen, sondern auch seitlich aufsitzen. Das wabenähnliche Aussehen, das noch getrocknete Stücke eingespritzter Lungen, Fig. 153., darbieten, rührt eben von ihnen her. 1204

Fig. 153.

Ragen die Fortsätze der kiemenartigen Athmungswerkzeuge nach außen vor, so kommt ihre freie Oberfläche mit dem umgebenden Mittel, das die Austauschgase enthält, von selbst in Berührung. Die meisten Geschöpfe der Art leben im Wasser. Sie zerlegen dieses nicht, um den zu ihrem Bedarf nöthigen Sauerstoff zu empfangen sondern erhalten sich von dem der atmosphärischen Luft, die in der Flüssigkeit gebunden ist. Die sparsamen Mengen, die zu Gebote stehen, machen es meist nothwendig, daß immer neue Flüssigkeitsmassen mit den Athmungswerkzeugen in Berührung kommen. Die Kiemen der Sirenen tragen daher ein Flimmerepithelium und die der meisten Fische besitzen eine Nebenmechanik, mittelst der ein Wasserstrom längs der athmenden Oberflächen dahinstreicht. 1205

Besondere Zuleitungswerkzeuge sind bei der Anwesenheit der Lungen unerläßlich. Da hier die Luft in das Innere der Athmungswerkzeuge dringen muß, so saugt eine eigene Vorrichtung das Gas ein und stößt es später von Neuem aus. Das Ein- und Ausathmen kommt auf diesem Wege zu Stande. 1206

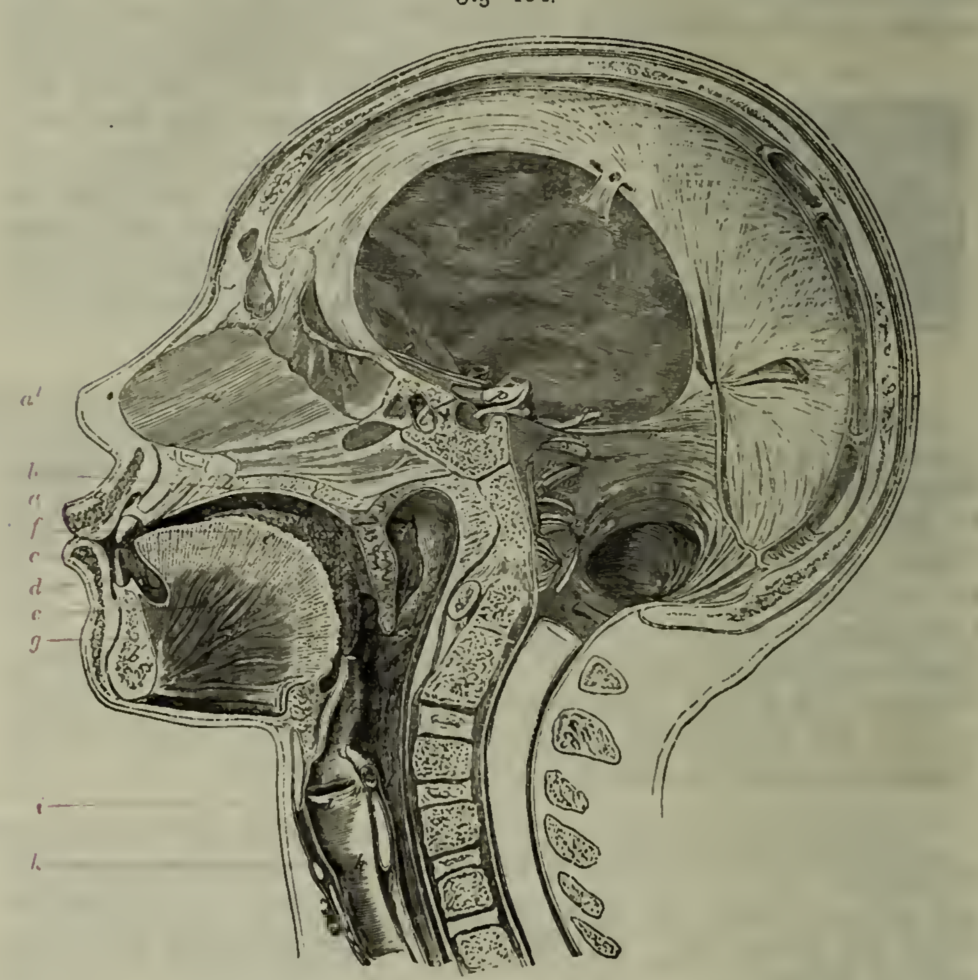
1. Mechanik des Athmens

Allgemeine Einrichtung der Athmungsmechanik. — Die Thätigkeit der Athmungsorgane ruht auf denselben Grundlagen, wie das Spiel der Blasebälge, der Aspiratoren und ähnlicher physikalischer Vorrichtungen. Die Brusthöhle bildet einen luftdicht geschlossenen und mit beweglichen Wänden versehenen Raum. Die Lungen nehmen den größten Theil ihres Inhaltes in Anspruch. Sie stehen mit der Luftröhre, *k*, 1207

[1]) J. Moleschott, De malpighianis pulmonum vesiculis Heidelbergae, 1845. 8. pag. 33.

Fig. 154., und diese durch die Stimmritze *i* mit der Rachenhöhle *gf* in Verbindung. Ein doppelter Weg führt von hier nach außen. Die eine

Fig 154.



Bahn geht durch die Mundhöhle zwischen dem Gaumen *b d e* und der Zunge *c* nach der von den Lippen *a a* begrenzten Mundspalte; die andere dagegen durch die Choanen *f* nach der Nasenhöhle *a'*.

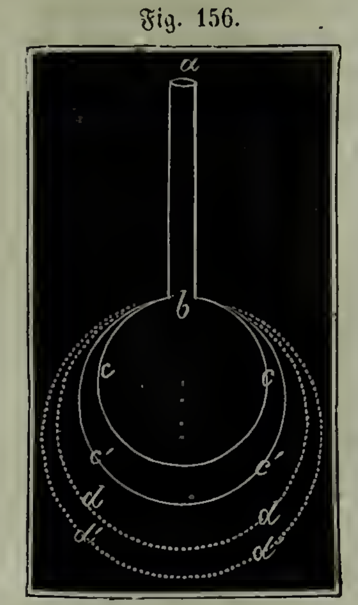
1208 Fig. 155.

Betrachten wir die Brusthöhle als einen Raum *b c c*, Fig 155., den das Luftröhrenrohr *b a* mit der umgebenden Luft in *a* verbindet, so muß Atmosphäre eingesogen werden, wenn sich *c c* zu *d d* erweitert (§. 173.). Kehrt *d d* zu *c c* zurück, so wird Gas ausgestoßen. Die Einathmung beruht also auf einer Verminderung der Spannung, die der Raumwechsel der Brusthöhle mit sich führt. Ein negativer Druck wirkt in ihr und ein positiver bei dem Ausathmen.

1209 Fielen der Brustkasten und die Lungen in Eins zusammen, so würde uns die Fig. 155. gegebene Zeichnung ein vollständiges Bild des Ganzen liefern. Da

aber beide getrennt sind, so müssen sich die Verhältnisse auf eine etwas verwickeltere Weise gestalten.

Fig. 156.



Denken wir uns, die luftdichten Wände *cc*, Fig. 156., die mit *ab* in Verbindung stehen, werden von einer zweiten Art luftdichter Begrenzungen *c'c'* umgeben, so daß der Raum *cc'c'c* von der Atmosphäre abgeschlossen ist, so wird auch Gas durch *ab* in *bcc* einstürzen, wenn sich *c'c'* zu *d'd'* erweitert. Der Rauminhalt von *dd'd'd* muß dann eben so groß, wie *cc'c'c* sein. Der neue Raum *bdd* kann allein die Vergrößerung *c'ddc'* durch Einziehen von Luft ausgleichen.

Stellen wir uns die Brustwände unter *c'c'*, die Lungen unter *ccb* und die Säcke des Lungenfelles unter *cc'c'c* vor, so wird jede Erweiterung des Brustkastens den Rauminhalt der Pleurabeutel unverändert lassen, die Lungen dagegen ausdehnen. Die Ausathmung bedingt dann den umgekehrten Erfolg.

Der Brustkasten kann nicht von selbst seinen Umfang vergrößern. 1210 Besondere Muskelkräfte werden zu diesem Zwecke in Anspruch genommen. Stellen wir uns aber vor, wir hätten einen Behälter, der elastische Wandungen besitzt, mit Stricken erweitert und schnitten diese plötzlich durch, so werden die Wände von selbst zurückspringen. Hat sich indeß der frühere negative Druck durch das Einsaugen von Luft ausgeglichen, so muß jetzt die Spannkraft eine positive Pressung ausüben und einen Theil des früher eingeführten Gases heraustreiben. Erschlaffen die Muskeln, die das Einathmen hervorgerufen, so kann dasselbe Statt finden. Der elastische Thorax gewinnt seine ursprüngliche Stellung von selbst wieder und preßt einen Theil der eingeathmeten Luft hervor.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Athmungsmechanik den luftdichten 1211 Verschluß der Wände als wesentliche Bedingung voraussetzt. Der mittlere Theil der Wirbelsäule, die Rippen, das Brustbein und die zu ihnen gehörenden Weichgebilde bilden die vorzüglichsten vorderen, hinteren und seitlichen Begrenzungen der Brusthöhle. Sie hört oben nicht in der Höhe der ersten Rippe auf, sondern verlängert sich noch eine kurze Strecke in den Hals hinein. Die inneren Enden der Schlüsselbeine, die langen Halsmuskeln (Longi colli), die Rippenhalter (Scaleni), die Niederzieher des Zungenbeins (Sternohyoideus) und des Kehlkopfes (Sternothyreoideus), die Luft- und die Speiseröhre, die Gefäße und die Nerven, die hier durchgehen, so wie ergänzendes Zellgewebe, verstopfen den oberen Ausgang. Der untere wird durch das Zwerchfell scheidewandartig begrenzt.

Befindet sich eine hinreichend große und vollständig durchgehende Oeff- 1212 nung in der Seitenwand der Brusthöhle, so wird die Bildung eines luftverdünnten Raumes unmöglich gemacht. Die Lungen fallen dann zusam-

men. Da aber jeder der beiden Lungenfellsäcke für sich abgeschlossen ist, so kann die eine Lunge, wenn die Verletzung die andere Seite getroffen hat, fortathmen. Das Leben wird nicht auf diese Weise nothwendig gefährdet. Stehen dagegen beide Pleurasäcke nach außen offen, so stockt die Athmung gänzlich und der Erstickungstod folgt binnen Kurzem nach.

Kleine Zusammenhangsstörungen werden leichter ohne Nachtheil ertragen. Die Wundränder legen sich dann nicht selten von selbst an einander. Die Spalte, die noch etwa übrig bleibt, vermindert nur die Aspiration, hebt sie aber nicht vollständig auf. Die nachfolgende Ausschwitzung verschließt sie binnen Kurzem gänzlich.

1213 Ist das Zwerchfell verletzt, so kann dessenungeachtet die Athmung ohne Störung vor sich gehen. Da die Bauchhöhle luftdicht verschlossen ist, so bleiben die wesentlichsten Grundbedingungen des Ganzen gegeben. Menschen, die an Zwerchfellbrüchen leiden, leben daher ungestört fort.

Dringt eine Wunde durch die Lunge und die zunächst gelegenen Theile, ohne daß die Haut selbst verletzt ist, so wird Luft in das Ueberhautzellgewebe getrieben. Es bildet sich auf diese Art ein Emphysem (§. 173). Wird ein Kranker seines Leidens wegen genöthigt, fast fortwährend möglichst tief einzuathmen, und haben die Wände der Luftröhrenverzweigungen und der Lungenbläschen ihren gehörigen Grad von Widerstandskraft verloren, so dehnen sich diese Gebilde übermäßig aus. Einzelne von ihnen bersten sogar und es häufen sich größere Gasmassen unter dem Lungenfell und selbst im Pleurasacke an. Die meisten Lungenemphyseme entstehen auf diese Weise.

Fig. 157.

1214 Die Menge von Gasen, welche die Athemorgane enthalten, wechselt im Leben von einem Theile eines Athemzuges zum andern. Denken wir uns den Innenraum der Lungen in *bcc*, Fig. 157., zusammengefaßt, so wird er zu *bdd* auf der größten Höhe der Einathmung vergrößert sein. Die Ausathmung führt ihn dann wieder zu *bcc* zurück. Wir haben auf diese Art einen verhältnißmäßig beständigen und einen wechselnden Werth.

1215 Die Lungen werden kaum je im Leben unter regelrechten Verhältnissen auf das Maximum, dessen sie fähig sind, ausgedehnt. Geschähe aber auch dieses, so entleeren sie sich doch nie vollständig. Ihre absolute Capacität kann daher nur auf künstlichem Wege in der Leiche und selbst dann nicht ganz genau ermittelt werden. Man entfernt sie zu diesem Zwecke aus der Brusthöhle, bläst sie möglichst stark auf und zieht dann alle Luft, so sehr es angeht, heraus.

1216 Nimmt man an, daß im Durchschnitt die rechte Lunge eines erwachsenen Mannes 550 und die linke 500 Cubikcentimeter in dem vollkommen entleerten, jene dagegen 5160 und diese 4140 C. C. in dem möglichst aufgeblasenen Zustande einnimmt[1]), so beträgt die absolute Capacität 8,25 Li-

[1]) Vergl. auch in dieser Hinsicht Krause, Handbuch der Anatomie. Bd. I. Zweite Auflage. Hannover, 1842. 8. S. 602. und E. Huschke, in Sömmerring's Lehre von den Eingeweiden und den Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Leipzig, 1844. 8. S. 255.

ter. 4,61 kämen hiernach auf die rechte und 3,64 auf die linke. Jene vergrößert hierbei ihren Rauminhalt um das 8 bis 9fache und diese um das 7 bis 8fache.

1217 Die Lungen der Leiche enthalten immer noch bedeutende Mengen von Gasen. Sie wechseln fast in jedem einzelnen Falle. Nehmen dann die rechte und die linke Lunge 1700 und 1550 C. C. im Mittel ein, so haben sie zwar ungefähr den dreifachen Umfang, wie die entleerten Lungen, erreichen jedoch kaum die Hälfte der künstlichen absoluten Capacität.

Setzt man mit Krause voraus, daß die Eigenschwere der vollkommen entleerten Lungen 1,056 sei, so werden sie bei 1050 C. C. Rauminhalt 994,3 Grm. wiegen. Lassen wir die Veränderungen, welche die Wärme bedingt, und den Kohlensäuregehalt der Lungenluft bei Seite, so können wir die für die Atmosphäre gültigen Werthe des absoluten und des specifischen Gewichtes zum Grunde legen. Ein Liter Atmosphäre wiegt aber 1,299075 Grm. bei 760 Mm. Barometer und 0° C. Ist die größte Dichtigkeit des Wassers bei 4° C. = 1, so haben wir 0,001299075 als Dichtigkeitswerth der Luft. Enthalten aber die möglichst stark aufgeblasenen Lungen 8,25 Liter Gas, so wiegen diese unter den obigen Voraussetzungen 10,717 Grm. bei 760 Mm. und 0° C. Die Eigenschwere des ganzen Organs müßte hiernach 0,108 betragen.

Enthalten die Lungen einer Leiche 2,2 Liter Luft, so gleicht ihr specifisches Gewicht nach derselben Berechnungsweise 0.309. Krause giebt 0,343 an.

1218 Die natürliche absolute Capacität der Lungen hängt von der Luftmenge, die sie bei möglichst tiefer Einathmung aufnehmen können, ab. Da wir nicht im Stande sind, die Athmungswerkzeuge vollständig zu entleeren, so ließe sich dieser Werth nur auf hypothetischem Wege schätzen.

1219 Wir haben schon früher (§. 194.) gesehen, weshalb die Stimmritze *i*, Fig. 153., enger, als die Luftröhre *k* ist. Diese Einrichtung erspart Kraft und begünstigt auf diese Weise die Mechanik des Ganzen.

Die Glottis selbst wechselt aber ihre Größe zu den verschiedenen Zeiten der Athmung. Sie erweitert sich bei dem Einathmen und verengert sich bei dem Ausathmen. Da es vortheilhafter ist, wenn die aus einem Gebläse hervortretende Luft aus einer kleineren Düsenöffnung hervortritt (§. 194.), so befindet sich die Ausathmung unter günstigeren Bedingungen, als die Einathmung. Wir werden in der Folge sehen, daß dieses vollkommen den übrigen Verhältnissen entspricht.

Bergmann [1]) suchte noch den Nutzen der Verengerung der Stimmritze darin, daß sich die ein- und die ausgeathmete Luft inniger mischen. Da die Geschwindigkeit überhaupt in der Mitte größer als an den Wänden ist und die Schnelligkeit selbst durch die Verengerung zunimmt, so wird um so leichter ein mittlerer Flüssigkeitsstrahl in die andere widerstehende Flüssigkeit eindringen und sich mit ihr vermengen. Diese Wirkung erreicht wahrscheinlich keinen erheblichen Grad. Die verhältnißmäßige Kleinheit der Spalte und der längere Zeitraum, den die einseitigen Stöße in Anspruch nehmen, müssen das Fortströmen in einer Richtung vorherrschen lassen. Die Mischung der Luft, die in die Lungen tritt, und der, die schon in ihnen vorhanden ist, wird durch andere kräftige Mittel, die wir später kennen lernen werden, unterhalten.

1220 Es versteht sich von selbst, daß der Verschluß der Stimmritze die Athmung hemmt. Der Mangel einer Verbindungsöffnung macht dann die Einsaugung und den Austritt von Gasen unmöglich. Verstopft ein hin-

[1]) Bergmann, in Müller's Archiv. 1845. 8. S. 296 — 99.

eingefallener Körper die Glottis, wird sie durch Muskelkrämpfe zusammengeschnürt oder sonst eingeengt, so hört das Athmen nach Maaßgabe der Verhältnisse auf oder verringert sich in entsprechender Weise. Verschaffen wir dagegen einen anderen Ausgang, indem wir eine Luftröhrenfistel anlegen, so können die Lungen von Neuem spielen. Die Tracheotomie hat diesen Zweck. Thierärzte öffnen häufig mit Glück die Luftröhre alter Pferde, die an Verengerungen der Stimmritze leiden. Man führt dann eine Röhre in die Wunde ein, um die lebensgefährliche Schließung der Mündung zu verhüten.

1221 Die Luft kann auf zwei Wegen, durch die Nasen- und die Mundhöhle, ein- und austreten. Wir sind aber auch im Stande, beide Bahnen gleichzeitig zum Athmen zu benutzen. Hält man den Mund geschlossen, so bleibt nur die Nasenhöhle als Abzugscanal übrig. Oeffnet man ihn dagegen, so stürzt nicht die ausgeathmete Luft durch ihn und die Nase zugleich hervor. Der Strom geht vielmehr, so lange keine Hindernisse im Wege stehen, so gut als gänzlich zur Mundhöhle heraus. Ist der Weg, den diese darbietet, verengt, so wird die Nase in entsprechendem Grade zu Hilfe gezogen.

Will man sich hiervon überzeugen, so reicht nicht das bloße Gefühl des Durchstreichens der Luft hin. Man muß vielmehr die Verhältnisse auf chemischem Wege prüfen.

Wir werden in der Folge finden, daß die ausgeathmete Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Sie muß daher das Gewicht von Schwefelsäure, mit der sie in Berührung kommt, vergrößern.

Ich nahm zu diesem Zwecke ein Fläschchen *a* Fig. 158., das Schwefelsäure enthielt, und führte eine mit einem Hahne *c* versehene Röhre *d* durch *b* durch. Die obere Erweiterung *ef* konnte nur mit Mühe in das eine Nasenloch eingebracht werden und verschloß dasselbe. Die Schwefelsäure selbst bot keinen hindernden Gegendruck dar, weil nur *d* bis dicht an ihre Oberfläche reichte. War das zweite Nasenloch fest verstopft und der Hahn *c* verschlossen, so athmete ich mit offenem Munde ein und nach Oeffnung des Hahnes aus. Da der ganze Apparat gewogen werden konnte, so mußte er zunehmen, wenn ein Theil des Gases durch die Nase hervortrat.

Fig. 158.

e f d c b a

Sein Gewicht blieb in drei Beobachtungen, von denen jede eine Minute dauerte, unverändert. Es erhöhte sich in einer vierten um 0,001 Grm. Dieses letztere Ergebniß kann eben so gut von der Athmung, als von der feuchten Luft der Nase herrühren.

Ich wiederholte denselben Versuch noch zwei Mal, indem ich nur ein einfaches Schwefelsäurefläschchen in das Nasenloch einführte. Die Gewichtsvermehrung war in beiden Fällen Null. Trieb ich dagegen nur einen starken Athemzug theilweise durch die Nase, so betrug sie 0,005 Grm. Ließ ich 26 Athemzüge in einer Minute durch Mund und Nase zugleich streichen, so vergrößerte sich die Schwere des Fläschchens um 0,015 Grm.

1222 Veränderungen des Brustkastens. — Die Erweiterung der Brust, die das Einathmen begleitet, vergrößert oft den Rauminhalt der Athmungshöhle in allen Richtungen, von oben nach unten, von vorn nach hinten und von rechts nach links. Die Thätigkeit des Zwerchfells bestimmt schon in ruhendem Zustande die Verlängerung der senkrechten Achse. Die Rippen beherrschen vorzüglich die Querdurchmesser. Sie können sich dabei heben und nach außen drehen. Das Brustbein und selbst das Schlüs-

selbein folgen häufig diesen Bewegungen oder verrücken sich, so weit es angeht, durch selbstständige Muskelwirkungen, die näher oder entfernter auf sie einwirken.

1223 Die Bewegungsweise der Rippen hat zu vielen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. Haller[1]) hielt die erste Rippe für die unbeweglichste. Er sprach ihr nicht alle Ortsveränderung, wie oft behauptet worden, für jeden Fall ab, betrachtete sie aber als den vorzüglichsten Auspunkt der Hebewirkungen der übrigen Rippen. Magendie[2]) behauptete im Gegentheil, daß die erste Rippe mit dem Brustbein bei jeder Einathmung emporgehe und bei jeder Ausathmung herabsteige. Gerdy[3]) suchte diese Widersprüche durch eine schärfere Zergliederung der Einzelthätigkeiten zu beseitigen. Die absolute Hebung der Rippen fällt nach ihm an ihren vorderen Enden für die zehn obersten Rippen gleich aus; die relative vergrößert sich dagegen von der zehnten nach der ersten hin und steht in umgekehrtem Verhältnisse zu den Längenabständen, die sich von ihren hinteren Gelenkflächen bis zu ihren vorderen Endpunkten erstrecken. Die Drehbewegung dagegen fehlt wahrscheinlich an den ersten Rippen gänzlich, vergrößert sich aber bis zur siebenten und nimmt noch mehr bis zur zehnten Rippe zu. Die Gesammtbewegung der Brust ist endlich bei dem gewöhnlichen Athmen an dem unteren Theile größer, als an dem oberen.

1224 Das Brustbein kann sich heben und im Ganzen oder nur mit seinem unteren Theile nach vorn wenden. Es geht jedoch bloß bei stürmischeren Athembewegungen auf merklichere Weise in die Höhe. Die Bewegung nach vorn läßt sich oft mit dem Tastercirkel nachweisen.

1225 Die Art, wie die Brust ihren Rauminhalt ändert, wechselt nicht bloß mit der Verschiedenheit der Geschöpfe, sondern auch mit den Entwickelungszuständen und der Athmungsweise selbst. Schwarz erläuterte dieses schon im vorigen Jahrhundert an mehreren Säugethieren und Beau und Maissiat in neuerer Zeit an diesen und dem Menschen.

1226 Treibt das Zwerchfell die Baucheingeweide vor sich, so daß sich die Hautdecken in der Nachbarschaft der weißen Linie aufblähen, so wird ein Theil der Raumvergrößerung auf Kosten der Bauchhöhle erreicht werden. Wirkt es dagegen auf die unteren Rippen, hebt diese in die Höhe und bewegt sie nach außen, so gewinnen vorzüglich die Querdurchmesser dieser Gegend. Beau und Maissiat unterscheiden daher in dieser Hinsicht eine Bauch- und eine untere Rippenathmung. Jene findet sich vorzüglich nach ihnen in Neugeborenen und diese in erwachsenen Männern. Frauen dagegen ziehen vorzüglich nach ihnen die oberen Rippen bei der Athmung zu Hilfe.

1227 Die unregelmäßige Gestalt des Brustkastens macht es unmöglich, die Größen, um die sich die einzelnen Durchmesser bei dem Einathmen und dem Ausathmen ändern, mit Genauigkeit zu verfolgen. Annähernde Werthe

---

[1]) Alb. ab Haller, de c. h. fabrica. Tom. VI. p. 41 fgg.
[2]) Magendie, Précis élémentaire de Physiologie. Quatrième Edition. p. 264.
[3]) P. N. Gerdy, Mémoire sur plusieurs points de la respiration. Paris, 8. p. 8 fgg.

lassen sich am leichtesten in der Höhe der Herzgrube ermitteln. Untersuchungen, die ich zu diesem Zwecke an sieben Männern anstellte, ergaben, daß der Unterschied des Umkreises oder des mittleren Durchmessers, den in dieser Gegend das tiefste Ein- und das stärkste Ausathmen hervorrief, $1/7$ bis $1/12$ der Werthe der Brust bei ruhiger Athmung glich. Das Mittel betrug $1/8$ bis $1/9$. Weder die Länge, noch die Schwere des Menschen standen in irgend nachweisbaren beständigen Verhältnissen zu diesen Zahlen.

Anhang Nr. 59.

1228 Athemmuskeln. — Die ruhigen Athembewegungen nehmen nur wenige Muskeln in Anspruch. Denn sie setzen bloß die Verkürzung des Zwerchfelles und eine leise Bewegung der Brust voraus. Die stürmischen dagegen ziehen einen um so größeren Bezirk von Verkürzungsgebilden zu Hilfe, je kraftvoller sie erscheinen. Wollen wir uns daher eine vollständige Uebersicht verschaffen, so müssen wir alle Muskeln, die der Athmung, und zwar selbst in Ausnahmsfällen, dienen können, betrachten.

1229 Die Bewegungsorgane, die wir hier zu berücksichtigen haben, zerfallen in dreierlei Klassen. Die einen sind bei dem Einathmen, die anderen bei dem Ausathmen thätig. Eine dritte Abtheilung endlich stellt die Wirbelsäule, das Schulterblatt und andere verschiebbare Theile fest, damit die Muskeln, die von ihnen ausgehen, einen sicheren Anhaltpunkt für ihre ferneren Wirkungen gewinnen. Wir haben auf diese Weise Einathmungsmuskeln oder Inspiratoren, Ausathmungsmuskeln oder Exspiratoren und Befestigungsmuskeln oder Fixatoren.

1230 Man würde irren, wenn man annehmen wollte, daß diese Muskelgruppen scharf von einander geschieden seien. Wir haben schon bei der Bauchpresse (§. 533.) gesehen, wie das Zwerchfell, das sonst immer die Einathmung leitet, bei Ausathmungsthätigkeiten mitwirken kann. Manche Muskeln, die als Befestigungswerkzeuge in mäßigen Graden der Athmung wirken, können noch bei größerer Athemnoth zur Veränderung des Umfanges des Brustkastens zu Hilfe gezogen werden.

1231 Das Einathmen nimmt, wie wir früher sahen (§. 173.), größere Kräfte, als das Ausathmen in Anspruch. Die Zahl der möglichen Inspiratoren ist daher auch bedeutend größer, als die der Exspiratoren.

1232 Das Zwerchfell (Diaphragma) zieht sich schon bei der ruhigen Einathmung kräftig zusammen. Es ist in seinem erschlafften Zustande nach der Brust hin gewölbt und nach der Bauchhöhle zu ausgehöhlt. Verkürzt es sich, so flacht es sich ab und drängt die benachbarten Baucheingeweide vorwärts. Die Bauchdecken geben nach und blähen sich vorzüglich oben auf, so wie die Wirkung einen bedeutenden Grad erreicht. Diese Veränderung fällt in vielen Säugethieren an dem hinteren Theile des Zwerchfells mehr in die Augen, als an dem vorderen. Die Stelle, an der der Herzbeutel befestigt ist, wird diesen nachzuziehen suchen. Sie muß aber auch hierdurch einen größeren Widerstand, als die übrigen Theile des Zwerchfells zu überwinden haben. Etwas Aehnliches gilt für die Ansatz-

ränder, die mit den unteren Rippen und dem Brustbeine in Verbindung stehen[1]).

Die Brusthöhle gewinnt auf diese Weise, was die Bauchhöhle verliert. Da die Lungen den neuen Raum durch eingeathmete Luft füllen können, so sind sie es vorzüglich, die von dieser Veränderung Nutzen ziehen. Erschlafft das Zwerchfell, so verliert die Brust wiederum, was sie für den Augenblick gewonnen hatte.

Der Magen, die Leber und die Milz werden zunächst durch das hinabsteigende Zwerchfell vorwärtsgeschoben. Die oben (§. 1211.) erläuterten Verhältnisse erklären es aber, weshalb sie sich dann mehr nach vorn, als nach hinten drängen.

Haller[2]) fand, daß das Zwerchfell bei sehr tiefen Einathmungen nach unten convex wird. Er hält dieses aber für keine Erscheinung, die bei völligem Verschlusse der Bauchhöhle unter regelrechten Verhältnissen vorkäme.

1233 Da der Rippentheil des Zwerchfells von den Innenflächen der sechs untersten Rippen ausgeht, so sind auch vorzugsweise diese seiner Einwirkung ausgesetzt. Haller[3]) nahm nach seinen Versuchen, die er an lebenden Thieren anstellte, an, daß sie hierdurch nach innen und unten gezogen werden. Beau und Maissiat dagegen behaupten das Gegentheil. Durchschnitten sie die Brust-, die Säge- und die Zwischenrippenmuskeln eines Hundes und theilten die Brust zwischen der sechsten und der siebenten Rippe in einen oberen und einen unteren Abschnitt, so dauerte die Hebung der letzten Rippen und die Erweiterung des untersten Theiles der Brust, die das Einathmen begleitet, fort. Entfernten sie aber das Zwerchfell eines anderen Thieres, trennten die Sägemuskeln und öffneten die Brust, wie früher, so blieb die untere Hälfte ruhig. Die obere dagegen wurde durch die Rippenhalter gehoben.[4])

1234 Die Speiseröhre kann leicht an dem ihr entsprechenden Schlitze des Zwerchfells, wenn sich dieses verkürzt, zusammengedrückt werden. Die Aorta und vorzüglich die Hohlvene werden der benachbarten Sehnenfasern wegen weniger eingeengt. Haller[5]) sah jedoch auch, daß die Hohlvene bei dem Einathmen eingeschnürt und nach unten gezogen wurde. Sie schwoll dann bei dem Ausathmen an und füllte sich in stärkerem Maaße.

1235 Die Zwischenrippenmuskeln (Intercostales) heben wechselseitig die Rippen. Sind die erste und zum Theil die zweite durch die Thätigkeit der Rippenhalter festgestellt, so pflanzt sich die Wirkung von oben nach unten fort. Jeder Zwischenrippenmuskel dient daher als Einathmungs- und als Befestigungswerkzeug. Die Brust wird zwar hierdurch ihrer Länge nach verkürzt. Dieser Verlust hebt sich aber vollständig durch die gleichzeitige Thätigkeit des Zwerchfells auf. Der untere Theil des Brustbeines

---

[1]) Vergl. A. Heinke, De functione diaphragmatis. Berolini, 1845. p. 17 fgg.
[2]) Haller, a. a. O. p. 141. 142.
[3]) Haller, a. a. O. pag. 73 und pag. 143.
[4]) Heinke, a. a. O. pag. 20.
[5]) Haller, a. a. O. pag. 145.

geht dafür mit dem Schwerdtfortsatze nach vorn und vergrößert auf diese Weise den Athmungsraum.

1236 Man kennt noch nicht die Gründe, weshalb die Natur äußere und innere Zwischenrippenmuskeln angebracht hat. Ihre in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Fasern verstärken wahrscheinlich die beider gemeinschaftliche Wirkung. Die von Hamberger vertheidigte Vorstellung, daß die äußeren Zwischenrippenmuskeln das Brustbein heben und die inneren es niederdrücken, wurde schon von Haller widerlegt. Sibson [1]) glaubt in neuerer Zeit annehmen zu können, daß sich die verschiedenen Stellen der äußeren Zwischenrippenmuskeln der Säugethiere theils bei dem Ein- und theils bei dem Ausathmen betheiligen.

1237 Die schwachen Unterrippenmuskeln (Subcostales s. Infracostales) unterstützen die Zwischenrippenmuskeln. Ihre Unbeständigkeit und der Umstand, daß nur 10 Paare von ihnen selbst bei der vollständigsten Entwickelung vorhanden sind, daß sie von oben nach unten an Breite zunehmen und die zweite und die eilfte Rippe überspringen, deutet darauf hin, daß sie in ähnlicher Weise, wie die Zwischenrippenmuskeln, wirken und diesen zu Hilfe zu kommen suchen.

1238 Die beiderlei Arten von Rippenhebern (Levatores costarum longi et breves) stimmen im Allgemeinen darin überein, daß sie die Rippen in die Höhe führen und, so weit es ihnen möglich ist, nach außen zu drehen suchen. Die Verschiedenheit der Ansatzpunkte macht aber eine abweichende Anordnung dieser Zugmassen nothwendig. Die Natur stellt 12 kleinere Rippenheber her, damit jede Rippe eine Vorrichtung der Art erhalte. Sie läßt daher den ersten kurzen Rippenheber von dem Querfortsatze des siebenten Hals- und den letzten von dem des eilften Rückenwirbels entspringen. Der oberste ist der kleinste, weil die erste Rippe verhältnißmäßig am wenigsten der Einwirkung unterliegt. Diejenigen, die sich an spätere Rippen befestigen, werden in ihren unteren Ansatztheilen, je weiter nach abwärts, um so breiter, weil sie nach und nach einen stets größeren Spielraum bei den tiefer gelegenen Rippen erhalten und sich hier die Rippenwinkel weiter von dem Brustbein entfernen. Die langen Rippenheber liefern Ergänzungskräfte für die vier untersten Rippen, welche die größte Beweglichkeit darbieten. Sie wirken auf sie um so eher, als sie durch ihren höheren Ursprung von den Querfortsätzen des siebenten bis zehnten Rückenwirbels an Länge gewinnen.

1239 Die drei Rippenhalter (Scaleni) heben die erste und zum Theil die zweite Rippe, befestigen sie aber zugleich, um vorzüglich die Thätigkeit der Zwischenrippenmuskeln und der Unterrippenmuskeln zu erleichtern. Haller [2]) sah die Wirkung an lebenden Thieren. Hat man auch die Zwerchfell- und die Zwischenrippenmuskeln durchschnitten, so verliert nach ihm doch erst der Brustkasten seine Beweglichkeit, wenn man die Rippenhalter trennt.

[1]) Sibson, in l'Institut. 1846. Nro. 661. p. 239.
[2]) Haller, a. a. O. pag. 83.

Die drei Scaleni wirken nicht auf völlig gleiche Weise. Der mittlere 1240 ist der bedeutendste, weil er nicht bloß die erste Rippe mit vieler Kraft beherrscht, sondern auch seinen Einfluß auf die zweite unmittelbar ausdehnt. Er entspringt daher auch mit 7 Zipfeln von den Querfortsätzen aller Halswirbel, setzt sich mit einer verhältnißmäßig breiten Fläche an die Außenseite und den oberen Rand der ersten Rippe an und entläßt noch ein Bündel für die zweite. Der vordere Rippenhalter, der von den Unterrändern der vorderen Querfortsatzwurzeln der vier untersten Halswirbel und der hintere, der mit 1 bis 3 Zipfeln von den Spitzen der hinteren Querfortsatzwurzeln des dritten bis siebenten Halswirbels entspringen kann, werden mit verhältnißmäßig geringerer Kraft wirken. Jener bildet auf diese Weise eine Ergänzung für die erste und dieser für die zweite Rippe.

Die Sägemuskeln (Serrati) eröffnen die Reihe von Verkürzungs- 1241 gebilden, die nur bei tieferen Athmungsbewegungen in Anspruch genommen werden. Der hintere obere (Serratus posticus superior), der sich in der Regel an die äußeren Flächen der zweiten bis fünften, seltener der sechsten Rippe ansetzt, führt die genannten Rippen nach hinten und oben und trägt so zur größeren Erweiterung der Brusthöhle bei. Die Thätigkeit des unteren hinteren Sägemuskels (Serratus posticus inferior) gab zu verschiedenartigen Deutungen Veranlassung. Haller[1]) glaubte, daß ein Theil von ihm die Rippen niederziehe, ein Theil dagegen vielleicht zu ihrer Hebung beitrage. Die Neueren reihen ihn, wahrscheinlich mit Recht, unter die Einathmungsmuskeln, indem er den unteren Brustraum nach Krause[2]) erweitert oder nach Theile[3]) die unteren Rippen befestigt und so dem Zwerchfell Gelegenheit giebt, kräftiger zu wirken.

Ist das Schulterblatt durch den Kappenmuskel (Cucullaris s. Trape- 1242 zius), den kleineren und den größeren Rautenmuskel (Rhomboideus minor s. superior und major s. inferior) und den Schulterheber (Levator scapulae s. anguli scapulae) gehoben und befestigt, so kann der vordere oder der große Sägemuskel (Serratus anticus major) die oberen 8 Rippen, an die er sich ansetzt, heben und nach außen wenden. Der kleine Brustmuskel (Pectoralis minor s. Serratus anticus minor) wirkt immer nur schwächer. Er setzt ebenfalls voraus, daß die Schulter unbeweglich sei und wirkt dann verschieden, je nachdem er sich an die zweite bis vierte, dritte bis fünfte, zweite bis fünfte oder dritte bis sechste Rippe anheftet.

Der Kopfnicker (Sternocleidomastoideus) kann die Einathmung 1243 durch die Hebung des Brustbeines und des Schlüsselbeines begünstigen. Da er aber dann seinen Ausgangspunkt an dem Zitzenfortsatze haben muß, so setzt diese seine Wirkung die Feststellung des Kopfes voraus.

Ist der absteigende Nackenmuskel (Cervicalis descendens) an 1244 seinem andern Ende befestigt, so hebt er die Rippen, an die er sich anfügt. Er geht aber an die dritte bis sechste, die sechs ersten oder selbst

[1]) Haller, a. a. O. pag. 88. 89.
[2]) Krause, a. a. O. Seite 384.
[3]) Theile, Sömmerring's Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Erste Abtheilung (Muskeln). Leipzig, 1841. 8. S. 135.

die zehn obersten Rippen. Der Schlüsselbeinmuskel (Subclavius) endlich zieht die erste Rippe nach oben und etwas nach vorn, wenn das Schulterblatt festgestellt ist.

1245 Die vorzüglichsten Ausathmungsmuskeln gehören den Bauchdecken an. Der äußere oder absteigende und der innere oder aufsteigende schiefe Bauchmuskel (Obliquus abdominis externus s. descendens und Obliquus abdominis internus s. adscendens), der quere (Transversus abdominis), der gerade Bauchmuskel (Rectus abdominis) und der Pyramidenmuskel (Pyramidalis) liefern die hier in Betracht kommenden Hauptkräfte für jede Seitenhälfte des Körpers. Die beiden schiefen Bauchmuskeln können auf alle Durchmesser der Bauchhöhle wirken. Sie verkleinern ihre Länge, wenn sie den Brustkorb nach dem Becken zu führen und verengern sie von vorn nach hinten und von rechts nach links, wenn ihr Zug von den Rippen und dem Hüftbeinkamm nach der weißen Linie geht. Die queren Bauchmuskeln vervollständigen die letztere Wirkungsweise. Die geraden ziehen den Brustkasten hinab und werden hierin von den Pyramidenmuskeln, so weit es ihre Ausbildung gestattet, unterstützt. Verengert sich auf diese Weise die Bauchhöhle bei dem Ausathmen, so wird das gleichzeitig erschlaffte Zwerchfell durch den Druck der benachbarten Baucheingeweide nach oben getrieben. Die Brusthöhle verkleinert daher ihren Inhalt.

1246 Die Bauchmuskeln ziehen sich nur wenig bei dem ruhigen Athmen zusammen. Ihre Hilfe wird aber um so eher in Anspruch genommen, je mehr Schwierigkeiten der Mechanik der Gasaustreibung entgegenstehen oder je vollständiger die Lungen entleert werden sollen. Es kommt in der Erstickungsgefahr häufig vor, daß die Bauchdecken in einer unmittelbar in die Augen fallenden Weise auf- und zurückklappen. Man nennt diesen Zustand die Bauchathmung (Respiratio abdominalis).

1247 Wir haben früher (§. 533.) gesehen, wie die Bauchpresse die gleichzeitige Thätigkeit der exspiratorischen Bauchmuskeln und des sonst inspiratorischen Zwerchfelles in Anspruch nimmt. Erreicht sie einen hohen Grad, so kann auch der viereckige Lendenmuskel (Quadratus lumborum), der in die Reihe der Ausathmungsgebilde zu stellen ist, mitwirken. Er zieht die letzte Rippe nach unten und ist überdieß unter Mithilfe des hinteren und unteren Sägemuskels im Stande, die unteren Rippen festzustellen und eine kräftigere Zusammenziehung des Zwerchfells möglich zu machen. Soll der Einfluß der Bauchpresse die größte mögliche Höhe erreichen, so sucht selbst der Mensch durch die Krümmung des ganzen Körpers und den unmittelbaren Händedruck die Verkleinerung der Bauchhöhle zu erleichtern (§. 565.).

1248 Der innere Brustmuskel (Triangularis sterni s. Sternocostalis) kann seinem Verlaufe nach die Rippenknorpel und den Schwerdtfortsatz des Brustbeins nach einwärts ziehen und die Querschnitte der Brusthöhle verengern. Er muß daher zu den Ausathmungsmuskeln gestellt werden. Er wirkt aber wahrscheinlich nur in seltenen Fällen und vielleicht bloß bei den höchsten Graden der Bauchpresse.

Die tieferen Ein- und Ausathmungen, die eine ausgedehntere Menge von Muskeln in Anspruch nehmen, setzen voraus, daß der Kopf, die Wirbelsäule und die Schulter befestigt seien. Die vorzüglichsten Befestigungsmuskeln heften sich deshalb an diese Theile an. 1249

Der Bauschmuskel des Kopfes (Splenius capitis) wendet diesen, wenn er allein wirkt, nach seiner Seite hin. Sind aber beide gleichzeitig thätig, so halten sie den Kopf mit vieler Kraft aufrecht und befestigen ihn selbst auf der Wirbelsäule in einer nach hinten gerichteten Stellung. Die Kopfnicker können dann in beiden Fällen sichere Ausgangspunkte an den Zitzenfortsätzen finden. 1250

Der Bauschmuskel des Halses (Splenius colli) wird diese Befestigung unterstützen. Er dreht den Halstheil der Wirbelsäule bei einseitiger Wirkung um ihre Achse und hält sie in dieser Lage unverrückt. Die beiderseitigen Muskeln strecken die Halswirbelsäule. 1251

Der zweibäuchige Nackenmuskel (Biventer cervicis) hilft den Kopf strecken und in dieser Lage befestigen. Die durchflochtenen Muskeln (Complexi) unterstützen die Wirkung in höherem Grade. Jeder der schwächeren Nackenmuskeln (Trachelomastoideus) kann zur seitlichen Biegung des Halses beitragen. Ziehen sich beide zusammen, so werden sie den Kopf nach hinten biegen. 1252

Der lange Rückenmuskel (Longissimus dorsi) und der Hüftbein-Rückenmuskel (Sacrolumbaris s. Ileocostalis) wirken wahrscheinlich in den meisten Fällen gleichzeitig. Sind sie nur an einer Seite thätig, so krümmen sie die Wirbelsäule nach dieser Seite hin. Arbeiten sie an beiden Seiten, so strecken sie sie gerade. Diese kann dann die Stelle eines steifen Stabes in jedem Falle übernehmen. 1253

Der größere und der kleinere hintere gerade Kopfmuskel (Rectus capitis posticus major und minor), der obere und der untere schiefe Kopfmuskel (Obliquus capitis superior und inferior), der Dornmuskel des Nackens (Spinalis cervicis), der des Rückens (Spinalis dorsi), der Halbdornmuskel des Rückens (Semispinalis dorsi), der viertheilige Rückgrathmuskel (Multifidus spinae), die Zwischendornmuskeln, vorzüglich des Halses (Interspinales colli), die Zwischenquerfortsatzmuskeln (Intertransversarii), die Dreher des Rückens (Rotatores dorsi) und selbst die oberen Extremitäten können in dringenden Fällen als Befestigungsmittel zu Hilfe gezogen werden. Die Stellungsweise des Körpers macht hier eine unendliche Mannichfaltigkeit möglich. 1254

Athmen mit verkrümmter Brust. — Soll das Athmungsspiel keine außerordentliche Hindernisse im Falle der Noth antreffen, so muß der Brustkasten regelrecht gestaltet sein. Sehr verwachsene und buckelige Personen gerathen daher auch leicht außer Athem, weil sich ihre Lungen unvollkommener ausdehnen können. Der Widerstand, auf den das Blut in den Lungen stößt, bedingt daher leicht Vergrößerungen des rechten Herzens. Das eirunde Loch der Vorhofsscheidewand öffnet sich nicht selten, vorzüglich in jüngeren Personen, um unmittelbar einen Theil der Blut- 1255

masse nach dem linken Herzen abzuleiten. Lungenkrankheiten, die eine geringere Bedeutung in anderen Menschen haben, raffen oft Individuen, die in hohem Grade buckelig sind, binnen Kurzem dahin.

1256 Bewegungen des Kehlkopfes bei dem Athmen. — Athmen wir tief aus und ein, neigen wir den Kopf nach vorn oder nehmen überhaupt Stellungen, die keine größere Spannung der Halsgebilde voraussetzen, an, so geht der Kehlkopf bei der Einathmung in geringem Grade hinab und wieder bei dem Ausathmen empor. Strecken wir den Kopf nach hinten, so fehlt diese Bewegung, oder bleibt fast unmerklich. Sie erreicht aber in keinem Falle eine für die ganze Athmungsmechanik wesentliche Bedeutung.

1257 Stellungsverhältnisse der Gebilde des Mundes und der Nase bei dem Athmen. — Die einzelnen Theile des Mundnasenrohres ändern sich mit Verschiedenheit der Athmungsweise. Auffallendere Wirkungen kommen fast nur vor, wenn das Athmen die gewöhnliche Ruhe überschreitet.

1258 Athmet man ruhig mit geschlossenem Munde, so fühlt der in diesen eingebrachte Finger keine Veränderung der Gaumenbogen. Betrachtet man die geöffnete Mundhöhle, so erhält man das gleiche Ergebniß. Athmet dagegen der Mensch tief ein, so gehen die hinteren Gaumenbogen mit dem Zäpfchen in die Höhe. Die Spitze des Letzteren wendet sich in einzelnen Fällen, doch keineswegs in der Mehrzahl der Menschen, nach vorn und etwas nach oben. Erreicht die Einathmung eine bedeutende Tiefe, so nähern sich vorzüglich die unteren Theile der hinteren Gaumenbogen der Hinterwand des Schlundkopfes und berühren sie selbst bisweilen.

1259 Athmen wir tief aus, so senkt sich der ganze weiche Gaumen. Die hinteren Gaumenbogen treten etwas mehr gegen einander; es bleibt jedoch noch immer ein beträchtlicher Raum zwischen ihnen übrig. Das früher zusammengezogene und mit Querrunzeln versehene Zäpfchen verlängert sich, tritt schief von oben und hinten nach vorn und unten hervor, wird bisweilen, sobald der stärkere Luftstrom durchschießt, schneller nach vorn geschoben und geräth dann in anhaltende Schwingungen. Der Verschluß der Nasenlöcher ändert diese Erscheinungen wenig oder gar nicht ab. Das Niederdrücken der Zunge mittelst des aufgelegten Fingers scheint sie bisweilen zu verstärken.

1260 Verschiedene Menschen führen übrigens hierbei zu sehr abweichenden Beobachtungen. Man findet Einzelne, deren weicher Gaumen selbst bei den tiefsten Ein- und Ausathmungen ruhig bleibt und Andere, deren Gaumen sich hebt und senkt, während das Zäpfchen keine der erwähnten Lageveränderungen vornimmt. Die Größenunterschiede der Oeffnungen, die Mengen der eingezogenen oder ausgestoßenen Luft, die Schnelligkeit, mit der die Gase hervorstürzen, üben überdieß keinen geringen Einfluß auf diese Erscheinungen aus.

1261 Athmen wir bei geschlossenem Munde ein, so bewegen sich die Nasenflügel nach außen und erweitern die Nasenlöcher. Bleibt der Mund offen, so kann sich diese Veränderung nach Verschiedenheit der Umstände erhalten,

verkleinern oder verlieren. Sie vergrößert sich bei dem tiefen Einathmen und erreicht oft ihre bedeutendste Höhe in der Erstickungsgefahr. Die hinteren und vorderen Erweiterer der Nasenlöcher (Dilatatores narium posteriores und anteriores) wirken hierbei kräftig ein.

Gähnen. — Abspannungen des Nervensystems, wie sie bei Langeweile, Schläfrigkeit, Uebelkeiten oder als Vorläufer von Ohnmachten oder der Fieberkälte vorkommen, bilden die häufigste Ursache desselben. Eine tiefe und langsame Einathmung, die in der Regel mit weit geöffnetem Munde vorgenommen wird, geht einer ebenfalls langsamen oder schneller beendigten Ausathmung voran. Der weiche Gaumen tritt dann bei dem Einathmen empor und stellt sich schief bis wagerecht, so daß sich die hinteren Gaumenbogen der Hinterwand des Schlundes nähern. Der Grad, in dem dieses geschieht, wechselt in den einzelnen Menschen. Das Zäpfchen hängt in Manchen wie ein langer Kegel herab oder verkürzt sich nur wenig; es zieht sich aber in Anderen so sehr in die Höhe, daß es fast gänzlich in dem Augenblicke der tiefsten Einathmung dem Blicke entschwindet. Die hinteren Gaumenbogen ruhen mehr in dem ersteren Falle und treten in dem letzteren weiter, als gewöhnlich, nach innen. Sie lassen jedoch noch eine beträchtliche Spalte zwischen sich übrig 1262

Schluchzen. — Eine krampfhafte Thätigkeit des Zwerchfells erzeugt gewöhnlich das abgebrochene Einathmen, das diese Erscheinung veranlaßt. Die Stimmritze ist in der Regel gleichzeitig verengt und bedingt den hellen und lauten Ton, durch den sich das Ganze zu erkennen giebt. Säuglinge, deren Magen in hohem Grade angefüllt ist, und Erwachsene von nervös-reizbarer Beschaffenheit werden am Ehesten von Anfällen des Schluchzens heimgesucht. 1263

Schnarchen. — Die Luft wird hier kraftvoll ein- oder ausgezogen, während die Mund-Naseneingänge des Schlundkopfes verengert sind. Die Begrenzungswände gerathen daher leichter in tönende Schwingungen. Man kann deshalb ein Einathmungs- und ein Ausathmungsschnarchen unterscheiden. Die Zunge und vorzüglich deren hinterer Theil hebt sich etwas bei jenem in die Höhe und zieht sich nach hinten. Der beinahe wagerecht gestellte oder schief von oben und vorn nach unten und hinten gerichtete weiche Gaumen schiebt sich ein wenig nach hinten bei der schnarchenden Einathmung. Das beinahe wagerecht nach vorn gewandte Zäpfchen zieht sich in geringem Grade zurück, tritt aber bei der nachfolgenden Ausathmung von Neuem hervor und schwingt dann, wenn das Schnarchen bedeutender wird, in auffallender Weise. Die hinteren Gaumenbogen begeben sich mehr oder minder nach innen, lassen jedoch immer einen größeren Raum zwischen sich übrig. Zäpfchen und Gaumenbogen erleiden aber wieder nur unbedeutendere Veränderungen in einzelnen Menschen. 1264

Die Zunge eines Menschen, der das Ausathmungsschnarchen vorzüglich gut nachahmen konnte, hob sich mit ihrem Mitteltheile in dem Augenblicke der Exspiration. Ihre Wurzel fügte sich dem weichen Gaumen, der sich wie bei dem Einathmungsschnarchen veränderte, mehr oder minder an. Das Zäpfchen machte eine deutliche Hebelbewegung nach oben und vorn 1265

und erzitterte bisweilen in auffallender Weise. Drückt man die Zunge mit dem Finger nieder, so wird meist der das Schnarchen begleitende Ton heller und zischender.

1266 Gurgeln. — Es besteht im Allgemeinen darin, daß man den Racheneingang durch passende Stellungen der Zunge und des weichen Gaumens verengt, den Kopf nach hinten streckt, die in die Mundhöhle gebrachte Flüssigkeit nach der Zungenwurzel bringt und sie, indem man durch die Nase einathmet, mittelst rasch folgender Ausathmungsstöße in Bewegung setzt. Sie, die durchtretende Luft und die benachbarten Wände der Einstellungsgebilde erzeugen Schwingungen, welche die bekannte Tönung hervorrufen. Treibt nicht der hervorstürzende Luftstrom die Flüssigkeit zurück, so gleitet ein Theil von ihr in den Schlundkopf und wird bald durch passende Schluckbewegungen weiter befördert. Sie verirrt sich auch in selteneren Fällen in den Kehlkopf und erregt Husten.

1267 Der weiche Gaumen wechselt wieder in seinen Stellungen in verschiedenen Menschen. Die Zungenwurzel legt sich in Vielen an jeder Seite an ihn an; es bleibt in der Mitte ein verengerter, mehr oder minder rundlicher Raum, in den auch das Zäpfchen fällt, übrig. Die Sache verhält sich aber gerade umgekehrt bei Anderen. Die Zungenwurzel hebt sich hier dergestalt, daß sie sich an dem Mitteltheil des entgegenkommenden weichen Gaumens anlegt und daß sich zu beiden Seiten spaltenförmige Räume für den Austritt der Luft erzeugen. Manche Personen vereinigen gleichsam beide Verhältnisse, indem in ihnen eine verengte mittlere und zwei Seitenöffnungen vorkommen.

1268 Lachen. — Hier folgen die tönenden Ausathmungsstöße rasch auf einander. Der Mund ist in der Regel weit geöffnet und die Physiognomie in eigenthümlicher Art verzogen. Man kann jedoch auch mit geschlossenem Munde lachen. Die durch die Ausathmungsstöße hervorgetriebenen Luftströme gehen dann rasch durch die Nase.

1269 Der schief bis wagerecht gestellte weiche Gaumen und besonders das Zäpfchen schwingt in manchen Menschen, die mit offenem Munde lachen, in auffallender Weisr. Andere dagegen zeigen keine so starken Schwankungen. Die Zunge bewegt sich zuweilen gleichzeitig von einer Seite zur andern.

1270 Weinen. — Eine eigenthümliche Verzerrung des Gesichtsausdruckes und eine vermehrte Ab- und Aussonderung der Thränen gesellen sich hier zu den mehr oder minder verstärkten, langsamer oder rascher folgenden Ausathmungsstößen. Ein Krampf des Zwerchfells und der Kehlkopfmuskeln, die auf die Stimmritze wirken, verbindet sich nicht selten hiermit. Anhaltendes Weinen erzeugt daher Schluchzen.

1271 Räuspern und Schnäuzen. — Eine oder mehrere schnelle und kraftvolle Ausathmungsbewegungen führen die Luft mit großer Geschwindigkeit längs der Schleimhaut der Luftröhre oder längs dieser und der Wände der Nasenhöhle dahin. Die Gewalt des Stromes reißt dann halbfeste oder flüssige Körper fort und befördert sie in die Mundhöhle oder durch die Mundöffnung und die Nasenlöcher nach außen. Treten nicht die Flüssigkeiten von selbst hervor, so schnellen wir sie bei dem Ausspucken

durch eine ähnliche Mechanik vorwärts. Eine raschere und kräftigere Ausathmung folgt dann auf ein tieferes Einathmen.

1272 Niesen. — Eine oder mehrere tiefe Einathmungen und eine schiefe oder wagerechte Einstellung des weichen Gaumens bereiten die Hauptthätigkeit, die plötzliche und tiefe Ausathmung vor. Das Zäpfchen berührt dabei nicht selten die hintere Wand des Schlundkopfes. Der unvollkommene Abschluß der Choanen bewegt uns in der Regel, den Mund in der ersten Zeit in mäßigem Grade offen zu halten. Tritt nun die plötzliche Ausathmung ein, so schließen wir entweder den Mund und stoßen den verstärkten Luftstrom durch die augenblicklich frei gelassenen Choanen und die Nase hervor oder lassen ihn durch Mund und Nase zugleich heraus. Ein mehr oder minder heftiges Geräusch, das wir jedoch durch die Gegenwirkung der Gesichtsmuskeln ändern und selbst größtentheils unterdrücken können, begleitet diese Erscheinung.

1273 Das naturgemäße Niesen pflegt eine Reflexthätigkeit zu bilden, d. h. Reize, welche die empfindenden Nerven der Nase treffen, regen ohne weiteres Muskelverkürzungen an. Die meisten Menschen können jedoch auch ähnliche Veränderungen nach Willkühr hervorrufen und eben so schwächere Anfälle des Niesens absichtlich unterdrücken. Ein gutes Mittel, dieses Letztere zu erreichen, besteht auch in einem eigenen Kunstgriff. Man drückt die Spitze der Zunge oder eines Fingers gegen den vordersten Theil des harten Gaumens dicht hinter den oberen mittleren Schneidezähnen an der Ausmündungsstelle des Schneidecanals.

1274 Der Luftstrom stürzt bei dem gewöhnlichen Niesen zu den Nasenlöchern allein oder zu diesen und dem Munde heraus, reißt Schleim, Speichel und andere ihm begegnende Körper mit sich fort und treibt sie auf diese Weise hinweg. Heftiges Niesen erzeugt eine mehr oder minder starke Erschütterung des ganzen Körpers, führt leicht Schleim aus den Lungen in die Höhe, erregt bisweilen Nasenbluten oder Schmerzen in der Brust und dem Kopfe, kann aber auch umgekehrt den Kopf freier machen. Sind die fremden Massen auf der Mitte des Weges liegen geblieben, so meldet sich häufig das Bedürfniß des Räusperns, des Schnäuzens oder des Ausspeiens oder ein zweiter Anfall von Niesen.

1275 Husten. — Die Luft, die hier durch stärkere oder schwächere, rasch folgende Ausathmungsbewegungen hervorgetrieben wird, tritt durch die verengte oder erweiterte Stimmritze mit eigenthümlicher Tönung heraus. Läßt man einen Menschen bei weit geöffnetem Munde künstlich husten, so ist meist die Zunge niedergedrückt. Die Gaumenbogen stellen sich fast wagerecht in dem Augenblicke der vorbereitenden Einathmung. Die hinteren reichen dann beinahe bis an die Hinterwand des Schlundkopfes, bleiben jedoch noch etwas von ihr entfernt und lassen einen größeren Zwischenraum übrig. Das Zäpfchen ist meist zurückgezogen und schießt bei der Ausathmung pfeilartig vor. Es bleibt jedoch auch in sehr vielen Menschen verlängert. Die hinteren Gaumenbogen treten oft weniger zusammen, wenn selbst laut gehustet wird.

1276 Der weiche Gaumen und das Zäpfchen schwingen im Augenblicke des

Hustens um so sichtlicher, je schneller und stärker die Ausathmungen hervortreten. Die gewölbte Zunge richtet sich hierbei oft nach vorn und verengert mehr oder minder den Ausgang der Mundhöhle. Dieser Theil der Erscheinung und die Weite der Stimmritze bestimmen wahrscheinlich die Art der Tönung, die das Ganze begleitet.

1277 Der Husten bildet ebenfalls häufig eine Reflexerscheinung. Er folgt daher auf Reize der empfindenden Nerven der Luftröhren- und der Lungenschleimhaut, begleitet die entzündlichen Zustände dieser Theile und tritt nach mechanischen oder chemischen Eingriffen, die sie treffen, mit Leichtigkeit hervor. Jeder Mensch kann aber auch willkührlich husten, nicht immer jedoch alle Töne, die hierbei auftreten, nach Belieben erzeugen. Verbindet sich eine krankhafte Verengerung der Stimmritze mit den Hustenanfällen oder folgen sie zu rasch auf einander, so wird der Kreislauf und die Athmungsveränderung des Blutes gestört. Schwächere oder stärkere Anwandlungen von Erstickungsgefahr gesellen sich daher häufig hinzu.

Die Erscheinungen des Drückens sind schon §. 562 erläutert worden.

1278 Athmungsgeräusche. — Sie können durch das unmittelbare Anlegen des Ohres oder durch das Hörrohr (§. 954.) untersucht werden. Setzt man dieses auf einen der beiden Nasenflügel, so hört man sehr gut das Ein- und Ausströmen der Luft. Beide Töne sind oft gleich deutlich. Der eine und zwar meist das Ausathmungsgeräusch, kann aber auch häufig besser, als der andere aufgefaßt werden. Der Schall ist in der Umgebung der Lippen schwächer und macht den Eindruck, als wenn er von einem entfernteren Orte herkäme.

1279 Untersucht man die Kehlkopfgegend von vorn oder von der Seite, so bleibt sich der Ton im Wesentlichen gleich. Er wird nur oft etwas höher und feiner, als an den Nasenlöchern. Geht man an der Luftröhre hinab, so fällt er matter aus. Menschen, die an einer geringen Anschwellung der Schilddrüse leiden, zeigen dieses in stärkerem Maaße. Die Stellen der Brust, an denen der Herzschlag am deutlichsten vernommen wird, bieten noch schwächer wahrnehmbare Athemgeräusche dar. Setzt man das Hörrohr auf den Rücken auf, so läßt sich ein nur schwacher Schall, der bisweilen sehr unbestimmt ist und oft bei dem Einathmen ganz wegfällt, bei dem Ausathmen dagegen wiederkehrt, wahrnehmen.

1280 Läßt man den Menschen tief ein- und ausathmen, so verstärkt sich der Ton in der Nase so sehr, daß man einen Schall hört, wie wenn ein kräftiger Luftstrom durch eine nicht sehr weite Oeffnung unter nicht geringer Reibung langsam durchgezogen und wiederum ausgestoßen wird. Dasselbe wiederholt sich am Munde, nur in schwächerem Grade. Das tönende Durchstreichen durch die enge Stimmritzenöffnung läßt sich dann noch am Kehlkopfe deutlicher, als bei dem ruhigen Athmen verfolgen. Der Schall verstärkt sich zwar auch in der Brust und zwar vorzugsweise am Rücken. Er bleibt jedoch noch häufig so schwach, daß er selbst kaum bei tiefen Athemzügen wahrgenommen werden kann.

1281 Alle Stimmtöne pflanzen sich sehr stark zu jedem Theile der Brust fort. Das Sprechen und das Husten kann diesen Satz leicht erhärten.

Setzt man das Hörrohr in der Mittelgegend des Rückens auf und läßt den Menschen sich gurgeln, so hört man die Töne mit der auffallendsten Deutlichkeit. Alles, das Hörrohr mit eingeschlossen, geräth in lebhafte Schwingungen.

Die stärkeren Töne, die besonders in der Nähe des Kehlkopfes auftreten, werden mit Recht von Skoda mit einem Mittellaute, der zwischen h und ch liegt, verglichen. Man ahmt sie nach ihm nach, wenn man Luft gegen den Gaumen treibt.

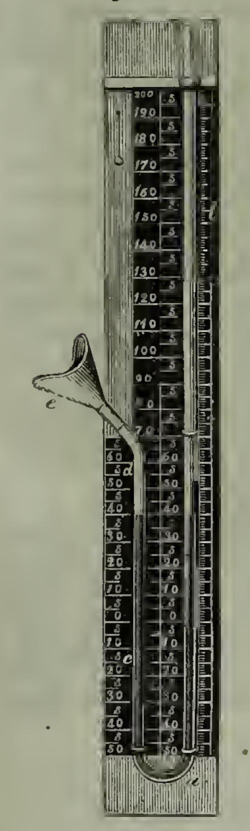
Finden sich hindernde, halbflüssige oder feste Ausschwitzungen in den Luftwegen, so entstehen mannigfache Rasselgeräusche und andere abweichende Tonbildungen. Wir bemerken sie daher vorzüglich in Katarrhen, veralteten Schleimflüssen, Schwindsuchten und ähnlichen Lungenleiden. Vergl. hierüber J. Skoda, Abhandlung über Percussion und Auscultation. Zweite Auflage. Wien, 1842. 8. S. 81 fgg.

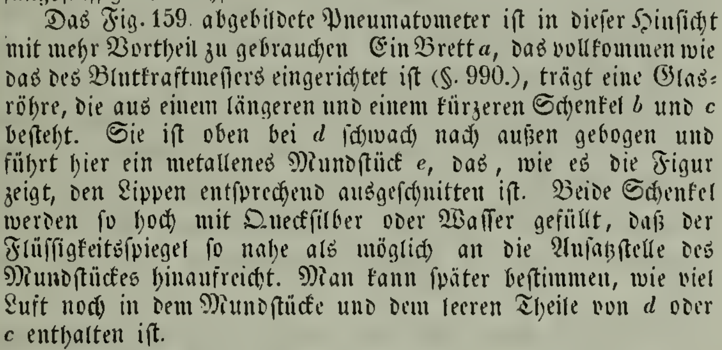
Krankhafte Gewebeveränderungen der Athmungswerkzeuge, die sie für die Luft unzugänglich machen, geben sich bei dem Anklopfen der Brustwände zu erkennen. Der helle regelrechte Ton, der sonst erscheint, ist hier durch einen matteren ersetzt.

1282 Ein- und Ausathmungsdruck. — Der negative Druck, der die Erweiterung, und der positive, welcher die Verengerung der Brust begleitet, bestimmt größtentheils den Druck und die Geschwindigkeit, mit der sich die Athmungsluft bewegt. Man erhält diesen Grundwerth mittelst einer eigenen Vorrichtung, des Athemdruckmessers oder des Pneumatometers. Die Erfahrungen, die man hierbei gewinnt, überschreiten leicht die Verhältnisse des vollkommen ruhigen und ungehinderten Athmens. Die Werthe fallen eher in dieser Hinsicht zu groß, als zu klein aus.

Man könnte sich zu diesen Untersuchungen einfach des Blutkraftmessers (Fig. 159.), an den man ein passendes Athmungsmundstück anfügt, bedienen. Da aber nicht der wagerechte Schenkel mit tropfbaren Flüssigkeiten gefüllt werden kann, so erzeugt leicht die vorliegende Gassäule Irrungen, die mit dem Widerstande der in der Vorrichtung enthaltenen Messungsflüssigkeit wachsen.

Fig. 159.





Das Fig. 159. abgebildete Pneumatometer ist in dieser Hinsicht mit mehr Vortheil zu gebrauchen. Ein Brett *a*, das vollkommen wie das des Blutkraftmessers eingerichtet ist (§. 990.), trägt eine Glasröhre, die aus einem längeren und einem kürzeren Schenkel *b* und *c* besteht. Sie ist oben bei *d* schwach nach außen gebogen und führt hier ein metallenes Mundstück *e*, das, wie es die Figur zeigt, den Lippen entsprechend ausgeschnitten ist. Beide Schenkel werden so hoch mit Quecksilber oder Wasser gefüllt, daß der Flüssigkeitsspiegel so nahe als möglich an die Ansatzstelle des Mundstückes hinaufreicht. Man kann später bestimmen, wie viel Luft noch in dem Mundstücke und dem leeren Theile von *d* oder *c* enthalten ist.

Der Athemdruck kann auf dreierlei Weise untersucht werden:

1) Man verschließt die Nasenlöcher und athmet durch den Mund ein und aus. Die Flüssigkeitssäule steigt in dem ersteren Falle in *d* und *c* und in dem letzteren in *b*. Der doppelte Werth der Größe, um die sie hinauf- oder hinabgeht, giebt die gesuchten hydrostatischen Druckzahlen (§. 990.).

Das Ausathmen macht hierbei keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten. Die Einathmung dagegen kann zu zweierlei Störungen Veranlassung geben. Ist der negative Druck sehr stark, so steht man in Gefahr, daß die Flüssigkeit in den Mund eingesogen wird. Tritt sie aber auch nur bis *c* hinauf, so gelangt sie in einen weiteren Raum und sinkt daher um eine geringere Größe in *b*. Man wählt deßhalb in solchen Fällen eher Quecksilber, als Wasser.

Da sich eine nur kleine Luftmenge in *d* und *e* befindet, so muß der Mensch seine eigene ausgeathmete Luft einathmen. Es erzeugt sich daher Erstickungsnoth nach wenigen Athemzügen Man kann deshalb in solchen Fällen höchstens die beiden ersten Athemzüge mit Sicherheit benutzen.

2) Man athmet durch die Nase ein, schließt dann die Nasenöffnungen und treibt die Luft zum Munde heraus. Die Ausathmungswerthe, die man hier allein erhält, fallen aus den schon angeführten Gründen am Pneumatometer genauer, als an dem Blutkraftmesser aus.

3) Die Einathmung wird, wie in dem vorigen Versuche, eingeleitet. Man athmet aber durch Mund und Nase zugleich aus. Die so erhaltenen Exspirationswerthe sind natürlich kleiner, als die in Nr. 2. Sie wechseln auch in höherem Grade nach Verschiedenheit der Athmungsgebilde und der Natur des Athmens selbst.

Der geringere Widerstand des Wassers macht es rathsam, diese Flüssigkeit, wo es angeht, statt des Quecksilbers anzuwenden. Die größeren Ausschläge lassen dann auch geringere Druckgrößen erkennen und erleichtern die Ablesung.

1283 Athmet ein Mensch durch ein Mundstück, das zu einem einen Widerstand darbietenden Behälter führt, so übt er unwillkührlich einen stärkeren Druck aus, als wenn diese Hindernisse wegfallen. Man erhält daher meist an allen Arten von Manometern zu große Werthe, wenn man sich des Quecksilbers als Anzeigeflüssigkeit bedient und dieses den Lippen nahe steht. Der begrenzte Raum erzeugt schon ähnliche, jedoch nur geringere Fehler, wenn man mit Wasser arbeitet. Es ist daher unrichtig, wenn manche Forscher die großen Grundwerthe, die jenes angestrengtere Athmen ergaben, auf das ruhige Athmen ohne Weiteres übertrugen.

1284 47 Versuche, die ich an sechs Männern von 20 Jahren mittleren Alters an dem Blutkraftmesser anstellte, ergaben im Durchschnitt 8,9 Mm. Quecksilber für die Ein- und eben so viel für die Ausathmung und 63 Beobachtungen, die an denselben Individuen mittelst des Pneumatometers gemacht wurden, 18,6 Mm. für jene und 15,6 für diese. Arbeiteten wir mit Wasser, so fanden sich im Durchschnitt von 30, an 4 der Individuen vorgenommenen Untersuchungen 116,3 Mm. für die Ein- und 81,4 Mm. für die Ausathmung. Diese Zahlen, die am Blutkraftmesser erhalten worden sind, entsprechen 8,6 und 6,0 Mm. Quecksilber. Suchte ich dagegen jedes stärkere Athmen zu verhüten, so zeigten sich im Durchschnitt am Pneumatometer 53,9 für das Einathmen und 49,3 Millim. Wasser für das Ausathmen oder 4 Millim. Quecksilber für jenes und 3,6 Millim. für dieses.

Anhang Nr. 60.

Bedenkt man, daß man selbst unter den günstigsten Bedingungen am Pneumatometer nicht so ruhig, wie im Freien athmet, so dürfte der Werth von 4 Millim. Quecksilber eher zu groß, als zu klein erscheinen.

Die Frage, ob gewöhnlich die Einathmung oder die Ausathmung einen größeren Druck in Anspruch nehme, läßt sich nicht unmittelbar an den Manometern mit Sicherheit entscheiden. Ich erhielt meist größere Werthe für das Einathmen, doch kam auch das Umgekehrte in Einzelfällen vor. Es wechselte sogar bisweilen an einem und demselben Menschen, weil man hier oft unbewußter Weise in ungleichem Maaße thätig ist. Hutchinson [1]) und Mendelsohn, die des Quecksilberwiderstandes wegen zu große Zahlen erhielten, schreiben stärkere Werthe dem Ausathmen zu. Wir werden aber bald sehen, daß dieses nur für das stärkere Blasen im Allgemeinen gelten kann.

Anhang Nr. 60.

[1]) Hutchinson, in Froriep's neuen Notizen. Bd. XXI Weimar, 1844. 4. S. 183.

Mendelsohn [1]) behauptete, daß die Verengerung der Stimmritze bei dem Ausathmen eine bedeutendere Druckkraft nöthig mache. Diese Ansicht widerstreitet den physikalischen Verhältnissen, die schon §. 194. angeführt wurden.

1285 Hat man die Luft durch die Nase eingezogen, verschließt diese und athmet durch den Mund in das mit Quecksilber gefüllte Pneumatometer aus, so erhält man wieder etwas stärkere Druckwerthe, als im Freien. (Anhang Nr. 61.) 50 Beobachtungen, die ich an 6 Männern am Blutkraftmesser anstellte, zeigten im Durchschnitt 6,4 und 64, die an dem Pneumatometer gemacht worden, 14,8 Millim. War das letztere Instrument mit Wasser gefüllt, so ergaben 47 Bestimmungen 110,4 Millim. Wasser oder 8,1 Millim. Quecksilber. Man kann hiernach annehmen, daß der verstärktere Athmungsdruck nahebei 1 Centimeter Quecksilber oder 135,98 Centimeter Wasser gleicht. Höhere Werthe werden leicht bei bedeutenderer Ausathmung erreicht.

1286 Läßt man die Luft durch die Nase und den Mund zugleich hervortreten, so ändert sich die Säule des Pneumatometers in geringerem Grade. Der zweite Ausweg des Gases giebt einen freieren Spielraum. 48 Beobachtungen, die mit dem Blutkraftmesser an 6 Personen gemacht wurden, (Anhang Nr. 63.) lieferten dann nur 3,6 Millim. und 65, die ich an dem Pneumatometer anstellte, 5,4 Millim. Quecksilberdruck.

1287 Die Maximalwerthe, deren die menschliche Brust fähig ist, schwanken in hohem Grade nach Verschiedenheit der Persönlichkeit. Ein schwächlicher (Anhang Nr. 64.) 21jähriger Mann, der schon früher an Brustbeschwerden gelitten, brachte es nur auf 22 Mm. Quecksilber für das Ein- und auf 38 Millim. für das Ausathmen. Zwei sehr kräftige junge Leute von demselben Alter erreichten in dieser Hinsicht das 8- bis 10fache. Ihre Einathmung ergab 220 und 232 und ihre Ausathmung 256 Millim. Quecksilber. Diese Erfahrungen lehren zugleich, wie sehr man sich irren kann, wenn man nicht die verstärkte Athmungsthätigkeit bei Pneumatometerversuchen in Betracht zieht.

1288 10 Maximalbeobachtungen des Ein- und 8 des Ausathmens führten im Allgemeinen zu dem Ergebnisse, daß der größtmögliche Exspirationsdruck (Anhang Nr. 63.) bedeutender, als die stärkste Inspirationsspannung ausfiel. Ich allein machte eine Ausnahme von dieser Norm. Das Mittel der Werthe glich 102,2 Millim. für das Ein- und 108,2 für das Ausathmen.

Die Erstickungsnoth erhöht die Druckwerthe der Athmung. Die näheren Verhältnisse dieser Erscheinung sind §. 1391. angegeben.

1289 Nimmt man an, daß die gewöhnliche Athmung 4 Millim. Quecksilber für jede ihrer beiden Thätigkeiten fodert, so gleicht ungefähr ihre Spannung $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{40}$ des gewöhnlichen Druckes, unter dem das Blut in den größeren Schlagadern strömt (§. 991.). Der Maximalwerth von 250 Mm. übertrifft ihn aber um mehr, als die Hälfte. Die Schwankungen des Athmungsdruckes sind weit größer, als die des Blutdruckes. Es erklärt sich zugleich hieraus, weshalb das ruhige Athmen die Spannung des Blutes

[1]) Vierordt, in R. Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Bd II. Braunschweig, 1845. 8. S. 837.

wenig verändert, starke Respirationsbewegungen dagegen in bedeutendem Grade einwirken.

1290 Dauer der Athemzüge. — Berechnen wir die schon früher (§. 1189.) gegebene Uebersicht der von Quetelet bestimmten Zahlen der Athemzüge nach Secunden, so erhalten wir:

Alter in Jahren.	Zahl der Athemzüge in der Minute.			Dauer eines Athemzuges in Secunden.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Neugeborener	70	23	44	0,86	2,61	1,36
5 Jahre . . .	32	—	26	1,9	—	2,3
15 bis 20 Jahre	24	16	20	2,8	3,9	3,0
20 bis 25 »	24	14	18,7	2,8	4,3	3,2
25 bis 30 »	21	15	16	2,9	4,0	3,8
30 bis 50 »	23	11	18,1	2,6	5,5	3,3

Die Mittelwerthe liegen also zwischen 3 und 4 Secunden die längste Zeit des Lebens hindurch.

2. Physikalisch-chemische Verhältnisse der Athmungsgase.

1291 Wärme der ausgeathmeten Luft. — Die uns umgebende Atmosphäre besitzt in der Regel eine geringere Wärme, als unsere Körpertheile. Nur die heißesten Gegenden der Erde und künstliche Verhältnisse führen zu Ausnahmen dieses Satzes (§. 319.). Kommt nun die eingeathmete Luft mit den Lungen in Berührung, so wird sie sich auf deren Kosten erwärmen. Sie wird so höher temperirt, als sie angekommen ist, davongehen.

1292 Träte dieselbe Luftmasse, die mit einer Einathmung eingesogen worden, mit der nächsten Ausathmung heraus, so müßte die Wärmeerhöhung niederer ausfallen, als wenn sie länger in den Lungen verweilte. Die Verhältnisse der Athmungswerkzeuge führen aber zu dem Schlusse, daß der Wechsel der Gase nicht so rasch vorwärts geht. Die Lungen entleeren sich nie vollständig. Bleibt aber in ihnen Luft, die schon eine Zeit lang hier verweilte und deshalb wärmer geworden ist, so wird sie sich mit der eben ausgeathmeten Luft auszutauschen suchen. Das Ausathmungsgas muß so zu einem großen Theile aus Luftmassen, die sich schon länger in den Lungen aufgehalten haben, bestehen. Diese sind aber hier in den kleinsten Bronchien und den Lungenbläschen vertheilt gewesen und haben sich in möglichst ausgedehnter Berührung mit erwärmten Flächen befunden. Wir haben daher eine höhere Wärme der ausgeathmeten Luft zu erwarten.

1293 Untersucht man die Verhältnisse mittelst des Thermometers, so bestättigt sich das eben Dargestellte. Man darf aber nicht bei diesen Beob-

achtungen aus den Augen lassen, daß ein solches Verfahren Fehlerquellen einschließt, die vorzüglich in bedeutender Kälte in merklicher Weise hervortreten.

Der Glascylinder des Thermometers, und die Hülse, in der es eingeschlossen ist, befinden sich in einer Atmosphäre, die kälter als die Ausathmungsluft ist. Die Abkühlung des Glases wird daher eine etwas zu niedrige Temperatur angeben lassen. Der Fehler wiederholt sich zwar noch für die gewöhnlichen zwischen 10° und 20° C. liegenden Wärmegrößen. Er beträgt aber hier nur Bruchtheile eines Grades. Steht dagegen die Wärme der umgebenden Luft 0° C. nahe oder ist sie selbst tiefer gesunken, so erhält man nicht selten am Thermometer 2° bis 3° C. weniger, als andere Wärmeberechnungen, die wir später kennen lernen werden, ergeben.

Fig. 160.

Brunner und ich bedienten sich zu diesem Zwecke der Fig. 160. abgebildeten Vorrichtung. Eine hinreichend lange Glasröhre, *a*, die sich an dem einen Ende *b* verengert, enthält ein Thermometer *c*, das mittelst eines Korkstückes *d* festgestellt, jedoch auch sehr rasch herausgenommen werden kann. Ein blechernes Mundstück *e* wird in das andere Ende von *a* eingefügt. Man setzt dieses luftdicht an den Mund, athmet 5 Minuten durch, entfernt dann schnell das Mundstück und zieht das Thermometer hervor. Da sich dieses mit Wasser beschlägt, so muß es so rasch, als möglich, abgewischt werden. Will man sich die Ablesung erleichtern, so bezeichnet man sich die Gegend von 37° C. mit einem gefärbten Striche.

Dauert auch nur die Abnahme des Mundstückes, das Herausziehen des Thermometers und das Abwischen des Skalentheils *c* wenige Secunden, so gehen doch schon hierdurch leicht $1/4$ bis $1/2$ Grad verloren. Die Wärmegrößen fallen daher auch bisweilen bei bedeutender Luftwärme etwas geringer, als sie erscheinen sollen, aus.

1294 So häufig ich auch die Temperatur meines Athems bestimmte, so gelangte ich doch immer zu dem Ergebnisse, daß wir es hier mit einer Erscheinung, die an die Verhältnisse der thierischen Wärme und vorzüglich der Hautwärme erinnert, zu thun haben. 11 Messungen, die ich ein Mal im Laufe von 24 Stunden machte, ergaben 35°9 bis 37°5 C. Die Luftwärme schwankte hierbei zwischen + 10°,6 und + 20°,0 C. Lag sie zwischen 19° und 20° C., so erhielt ich meist 37°,5 C. (Anhang Nr. 64.)

1295 Nehmen wir nun an, daß wir gewöhnlich in einer Wärme von 15° bis 20° C. leben und erinnern wir uns, daß die nothwendigen Fehlerquellen der Thermometerbestimmungen bis auf 0°,5 C. gehen, so können wir es als Regel ansehen, daß unser Athem 37° bis 37°5 C. oder etwa den Durchschnittswerth der Eigenwärme unserer inneren Körpertheile (§. 273.) hat. Das Mittel jener 11 Beobachtungen betrug z. B. 16°2 für die Luft und 36°8 C. und wenn man 0°5 C. als Fehlerquelle hinzurechnet, 37°3 C. für den Athem. Diese Grundverhältnisse waren übrigens schon Lavoisier[1]) bekannt.

---

[1]) Lavoisier, in den Mémoires de l'Académie des sciences. Année 1790. Paris, 1797. 4. pag. 606.

1296 Athmen wir eine sehr kalte Luft ein, so erwärmt sie sich nicht in dem Grade, wie bei gewöhnlicher behaglicher Temperatur. Ich erhielt z. B. am Thermometer 30°,6 C. bei + 3°75 C. und 29°8 C. bei — 6°3 C. Sind auch diese Zahlen, der schon eben (§. 1293.) erwähnten Ursachen wegen um 1° bis 2° C. zu niedrig, so bleibt doch immer die Wärme einige Grade unter 37°,5 C.

Anhang Nr. 64

1297 Der Körperzustand selbst kann hier von bedeutendem Einflusse sein. Kommen wir, wenn wir völlig durchwärmt sind, ins Kalte, so wirkt die kühle Atmosphäre allein. Haben wir uns aber eine Zeit lang im Kalten aufgehalten und frieren durch und durch, so erhöht sich nicht die Wärme des Athems auf der Stelle, so wie wir in ein warmes Zimmer treten. Unser eigener Körper muß erst die Wärmeverluste, die ihn getroffen haben, zu ersetzen begonnen haben; die Haut darf nicht mehr kalt und ihr Blutlauf und der der benachbarten Organe verlangsamt sein.

Ich ging z. B. in einer Winterkälte von — 6°,3 C. eine Zeit in's Freie, athmete dann 3 Mal 400 Züge durch die Thermometervorrichtung in einer Küche, die seit mehreren Tagen nicht geheizt worden und deren Thüren und Fenster offen standen und erhielt dann 28°,75 C., 30°,0 C. und 30°,6 C., also im Durchschnitt aus 1200 Athemzügen 29°,8 C. Die Versuche im Kalten versetzten mich in das heftigste Frieren. Meine Hände waren vollkommen erstarrt. Ging ich nun in diesem Zustande in ein geheiztes auf + 10° C. erwärmtes Zimmer, so ergaben 200 Athemzüge 29°,7 C. Die späteren, über die Wassermengen der ausgeathmeten Luft angestellten Beobachtungen werden uns noch mehrere Beispiele der Art liefern.

1298 Befinden wir uns in einer Wärme, welche die unserer inneren Körpertheile übersteigt, so erhöht sich zwar auch die Temperatur unseres Athems. Sie wächst aber nur in unbedeutendem Grade. Die Aehnlichkeit mit der thierischen Wärme (§. 278.) kehrt auch hier wieder.

Anhang Nr. 64.

Ich ließ ein Zimmer, an einem Tage, an welchem ich diese Athmungsversuche öfter wiederholte, so stark heizen, daß ich in einer Temperatur von 41°,9 C. war, wenn ich ½ Meter weit vom Ofen stand. Mein Athem zeigte aber hier nur 38°,1 C., mithin noch keinen Grad mehr, als bei 20° C.

1299 Haben wir aber hier für 21°,9 C. Wärmeerhöhung der Luft 0°,6 C. Wärmeüberschuß des Athems, so können wir annehmen, daß die Unterschiede nur sehr unbedeutend in sehr warmen Klimaten ausfallen werden. Kalte Gegenden geben andere Resultate. Ginge selbst nur die Luft, die bei — 6°,3 C. eintritt, mit + 29°,8 C. heraus (§. 1296.), so gliche die Erhöhung + 36°,1 C. Wir werden bald sehen, daß sie in Wahrheit noch um ungefähr 3° C. bedeutender ausfällt. Die Verhältnisse der Eigenwärme führten uns zu denselben Schlüssen (§. 319.).

Anhang Nr. 18

Die Umfangsveränderung, welche die höhere Erwärmung der Luft mit sich führt, ist §. 344. angegeben worden.

1300 Wassergehalt der ausgeathmeten Luft. — Wäre immer die eingeathmete Atmosphäre mit Wasserdunst gesättigt und änderte sich nicht

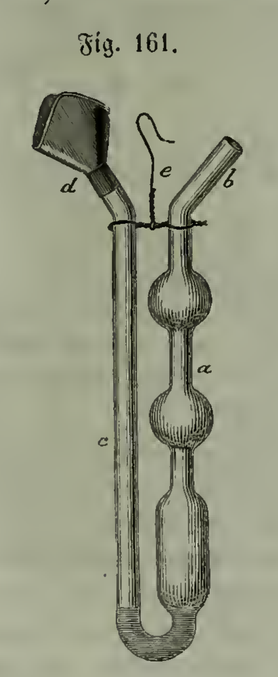
ihre Wärme in den Lungen, so könnte das Blut keine Wasserdämpfe abgeben. Enthält sie aber selbst so viel Wasserdunst, als sie für ihre Temperatur aufnehmen kann, und erwärmt sie sich in den Lungen, so kann sie mehr Wasserdünste empfangen (§.§. 180. und 181.). War sie von vorn herein nicht gesättigt, so wird sich die Verdunstung vergrößern.

1301 Die Lungen werden daher unter diesen Verhältnissen einen Abdampfungsapparat in allen Klimaten bilden. Unser Körper verliert mit jedem Athemzuge eine bestimmte Menge von Wasser, die als Dunst davongeht.

Die tägliche Erfahrung kann uns leicht hiervon überzeugen. Hauchen wir ein Glas an, so beschlägt es sich mit Wassertropfen, sobald es kühler, als die ausgeathmete Luft ist. Die Temperatur von dieser wird herabgesetzt; sie kann nicht mehr die frühere Wassermenge in Dampfzustand behalten. Der Ueberschuß fällt daher als Thau nieder (§. 182.). Wir sehen aus diesem Grunde den Hauch unseres Athems in der Kälte. (Anhang Nr. 17.)

1302 Will man die Wassermengen, die innerhalb einer bestimmten Zeit aus den Lungen gehen, bestimmen, so hat man mit denselben Schwierigkeiten, welche die Untersuchung des Athmungsdruckes darbietet (§. 1282.), zu kämpfen. Der noch so vorsichtige Gebrauch von Mundstücken verstärkt leicht das Ausathmen. Man erhält eher etwas zu große als zu kleine Werthe.

Fig. 161.



Der Fig. 161. abgebildete, von Brunner zuerst verfertigte Apparat dient zu diesem Zwecke. Man bläst sich eine Glasröhre, die 1 bis 1½ Centimeter im Lichten mißt, wie es *a* zeigt, kugelig aus, biegt das Uebrige als *b* und *c*, und befestigt an c ein Athmungsmundstück *d*, das dem des Pneumatometers gleicht. Die Umbiegung *b* soll verhüten, daß Nichts von der gebrauchten Schwefelsäure herausspritzt. Der Haken *e* dient zum Aufhängen an den Wagebalken, dessen Schaale man vorher entfernt hat Man gewinnt dann das Gewicht von dieser und kann leichter mit großer Genauigkeit tariren.

Die Schwefelsäure zieht das Wasser mit größter Begierde an. Man wählt oft der Sicherheit wegen destillirte Säure, und zwar solche, die in dem Kalten als Rückstand geblieben. Gute, gewöhnliche concentrirte Säure leistet aber dieselben Dienste. Selbst Chemiker von Fach sind noch in dieser Hinsicht viel zu ängstlich. Wenn sie z. B. einen ganzen Kaliapparat mit Schwefelsäure füllen, um weniger, als 1 Grm. Wasser aufzufangen, so könnten sie noch bequem mit einem weit kleineren Theile ausreichen. Man überzeugt sich hiervon am Besten, wenn man ein zweites Schwefelsäurerohr später befestigt. Es nimmt nicht um 1 Milligramm zu.

Die Flüchtigkeit der Schwefelsäure stört unseren Zweck nicht. Sie erwärmt sich zwar durch die Wasseraufnahme bedeutend. Die Folgen dieser Erscheinungen geben sich aber nicht auf der Waage zu erkennen.

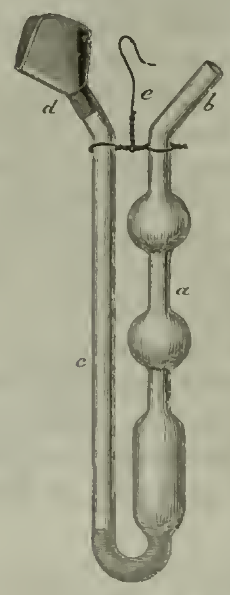
Asbest bildet ein sehr gutes mechanisches Vertheilungsmittel der Schwefelsäure. Man darf nicht hierzu den gewöhnlichen, in den Drogueriehandlungen käuflichen wählen, sondern muß sich guten corsikanischen oder anderen Haarasbest verschaffen. Er dient um so besser, je langfaseriger und weicher er ist. Man reicht mit nicht großen Mengen Jahre lang aus, wenn man folgendes Verfahren beobachtet.

Ist der Versuch beendigt, so legt man den Asbest in eine große Menge destillirten

Wassers. Hat man so eine größere Masse gesammelt, so filtrirt man das Ganze durch ein Leintuch, wäscht den Asbest mit Wasser aus, glüht ihn im Platintiegel und braucht ihn dann von Neuem. Läßt man ihm die Schwefelsäure, so bleibt er oft schwarz oder grau

Man füllt den Asbest in die Kugeln der Röhre *a*, Fig. 162., locker ein. Gelingt es nicht, ihn einzustoßen, so stopft man einen lockeren Pfropf in *b* und saugt ihn, indem man von *d* aus wirkt, an. Man tropft nun Schwefelsäure so lange nach, bis der Asbest durchdrungen und ein Theil derselben in die Umbiegung von *c* und *a* gelaufen ist. Sie darf hier nicht die ganze Dicke des Rohres ausfüllen, wenn man nicht einen zu großen Widerstand haben will.

Fig. 162.



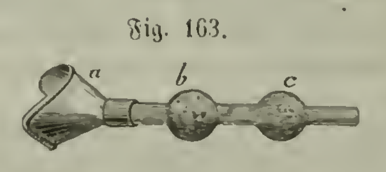
Man reinigt nun die Enden des Apparates und verstopft sie mit Zapfen, wischt jenen sorgfältig ab, hängt ihn mit *e* statt der einen Wagschale an dem einen Wagebalken auf und tarirt. Man kann auch ein kleines Schälchen an dem unter *e* befindlichen Querdrathe anbringen, um noch 1 Grammenstück zuzulegen und so später an einer und derselben Seite zu wägen.

Hat man die Tara, so nimmt man die Korke hinweg, athmet nach der Secundenuhr eine Minute lang durch und wiegt von Neuem. Den Unterschied giebt das hinzugekommene Wasser.

Ist man nicht sicher, daß die Lippen vollkommen schließen, so muß man bei dem Einathmen das Mundstück entfernen Ein Theil der Atmosphäre würde sonst nach der Schwefelsäure zu angesogen und gäbe dieses ihr Wasser ab. Eben so muß man sich die Nasenlöcher bei dem Ausathmen zuhalten, damit Alles durch den Mund und die Athmungspfeife davongeht.

Da *d* und *c* kühler, als die ausgeathmete Luft sind, so beschlagen sie sich bald mit Wassertropfen (§ 1301.). *a* und *b* dagegen bleiben von ihnen, der Schwefelsäure wegen, frei.

Fig. 163.



Will man nur wenige Athemzüge unter möglichst geringstem Widerstande durchtreiben, so fügt man das Mundstück *a*, Fig. 163, an eine mit zwei Kugeln *b* und *c* versehene gerade Röhre *b* erhält locker gefüllten Asbest mit Schwefelsäure und *c* bloßen Asbest, um vor dem Herausspritzen zu sichern.

Manche Chemiker bedienten sich der Phosphorsäure statt der Schwefelsäure, um das Wasser zurückzuhalten. Stückchen von Chlorcalcium sind hier nicht zu gebrauchen, weil sie zu viel Widerstand erzeugen. Man kann daher auch nicht Bimsstein oder Glasscherben statt des Asbestes nehmen.

1303 Die Wassermengen, die ein Mensch durch seine Lungen ausscheidet, hängen, wie wir in der Folge sehen werden, von drei Factoren, den Quantitäten und den Wärmegraden der ausgeathmeten Luft und dem Barometerstande ab. Da nun diese nach Verschiedenheit der Menschen und der Nebenverhältnisse in hohem Grade wechseln, so ist es fast unmöglich, Mittelzahlen zu finden, die auf allgemeine Gültigkeit Anspruch machen können.

1304 Beobachtungen, die ich an mir selbst im Laufe von 2 Jahren anstellte, ergaben im Durchschnitt 0,267 Grm. Wasser für die Minute. Dieses gleicht aber 16,020 Grm. für die Stunde und 384,48 Grm. für 24 Stunden. Alle Arten von Athemzügen, tiefe, mäßige und sehr schwache,

Anhang Nr. 65.

sind hierin begriffen. Der Durchschnittswerth von 81 Untersuchungsreihen über mäßig starke Athemzüge war 0,259 Grm. für die Minute, 15,540 Grm. für die Stunde und 372,960 Grm. für 24 Stunden. Da ich entkleidet 54 Kilogr. wiege, so geht täglich aus meinen Lungen 1/140 — 1/150 Wasser in Dampfgestalt davon.

1305 Ich prüfte dieselben Verhältnisse an 8 jungen Männern, deren Alter zwischen 18½ und 23 Jahren lag. Da Alle, mit Ausnahme eines Einzigen größer, kräftiger und schwerer als ich waren, so ergab sich auch ein höheres Mittel aus 34 Beobachtungen, nämlich 0,375 Grm. für die Minute, oder 540 Grm. für 24 Stunden. Ich hatte absichtlich zwei Extreme unter einer größeren Zahl von jungen Leuten ausgewählt. Der eine war für sein Alter klein und mager und der andere außerordentlich dick. Stellen wir uns die mittleren Werthe, welche diese beiden Personen gaben, zusammen, so erhalten wir: (Anhang Nr. 65.)

Individuum.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogr.	Körperlänge in Metern.	Mittlere Wassermenge in Grammen.			Verhältniß der 24 stündigen Wassermenge zum Körpergewicht.
				Für eine Minute.	Für eine Stunde.	Für 24 Stunden.	
Tsch.	18½	43,5	1,55	0,243	14,580	349,920	1 : 124
K.	17½	87	1,71	0,537	32,220	773,280	1 : 113

350 und 773 Grm. bilden aber noch nicht die beiderseitigen Grenzwerthe. Die kleinsten und die größten Zahlen, die ich bei allen diesen Untersuchungen fand, sind 0,180 und 0,592 für die Minute und 259,2 und 852,5 Grm. für 24 Stunden. (Anhang Nr. 65.)

1306 Alle Erfahrungen, die uns bisher beschäftigten, wurden bei Temperaturen, in denen die ausgeathmete Luft 36° bis 38° C. hat, gewonnen. Wir können nach ihnen annehmen, daß dann erwachsene Männer 3/10 bis etwas über ½ Kilogr. Wasser im Laufe von 24 Stunden ausscheiden.

1307 Sinkt die Wärme der eingeathmeten Luft so sehr, daß nur die der ausgeathmeten zwischen 30° und 35° C. liegt, so vermindert sich die Wassermenge, die aus den Lungen davongeht. Ich lieferte z. B. unter denselben Verhältnissen 0,258 bis 0,278 und im Durchschnitt aus 10 Beobachtungen 0,266 Grm. bei 710,11 Millim. Barometer und + 16° bis 17° C. der Luft. Hatte dagegen die Atmosphäre — 6°6 bis — 8°75 C., so betrugen dieselben Werthe bei 725,56 Millim. Barometer 0,215 bis 0,227 Grm. und im Mittel aus 5 Beobachtungen 0,222 Grm. Die heftige Kälte hatte hier die durchschnittliche Wassermenge um ungefähr 1/6 herabgesetzt. So bedeutend dieser Unterschied auf den ersten Blick erscheint, so leicht kann er durch etwas verstärktes Athmen ersetzt werden.

1308 Vergleichen wir nämlich die Mittelzahlen, die ich bei verschiedenen Athmungsweisen für meinen Körper erhalten habe, so ergiebt sich als Minutenwerth 0,200 Grm. für möglichst schwaches, 0,259 Grm. für mäßiges, aber schon etwas verstärktes und 0,295 Grm. für tiefes Athemholen. Wir (Anhang Nr. 65.)

erhalten demgemäß 288, 372,96 und 424,8 Grm. für 24 Stunden. Es versteht sich von selbst, daß der letztere Werth nicht angenommen werden kann, weil ich nicht im Stande wäre, die tiefen Athemzüge den ganzen Tag hindurch fortzusetzen.

1309 Die Zahl der Athemzüge ändert nicht nothwendig die Wassermengen in stetiger Weise. Ich bestimmte sie z. B., als ich 34½ Jahr alt war, in 101 Einzelversuchen, deren Endwerthe die folgende Tabelle angiebt:

Zahl der Athemzüge in der Minute.	In der Minute ausgeschiedenes Wasser in Grammen.			Zahl der Beobachtungen.
	Maximum.	Minimum	Mittel.	
5	0,372	0,250	0,287	6
6	0,330	0,248	0,297	30
12	0,305	0,203	0,246	30
24	0,310	0,205	0,261	30
36	0,230	0,180	0,197	3
40	0,212	0,197	0,205	2

Die größten und die kleinsten Werthe nehmen hiernach bei mir mit der Zahl der Athemzüge ab, weil wir die Lungen weniger ausdehnen und die Luft, wenn sie sich mit den schon vorhandenen Athmungsgasen austauscht, kürzere Zeit in jenen verweilt und sich daher weniger erwärmt. Die Mittelzahlen weichen schon von dieser Norm ab; denn die Schwankungen, welche die Stärke des Athmens mit sich führt, verwischen leicht einen Theil dieser Unterschiede. Dasselbe gilt von den Abweichungen, die das Sitzen, das Stehen und das mäßige Gehen veranlaßt.

1310 Die Wassermenge, die mit einer Ausathmung davon geht, verkleinert sich mit der Zahl der Athemzüge. Die §. 1309. angeführten Werthe können dies unmittelbar belegen. Da ich in ihnen die Ein- und die Ausathmungen, die Secundenuhr in der Hand, gleich groß machte, so läßt sich auch berechnen, wie viel Wasser auf eine Secunde der Ausathmung kommt. Wir erhalten daher:

Athemzüge.		Menge des ausgeathmeten Wassers in Grm.	
Zahl in der Minute.	Dauer in der Ausathmung in Secunden.	Für einen Athemzug.	Für eine Secunde Ausathmung.
5	6	0,050 bis 0,075	0,0083 bis 0,0125
6	5	0,041 bis 0,055	0,0082 bis 0,0110
12	2,5	0,017 bis 0,025	0,0068 bis 0,010
24	1,25	0,008 bis 0,013	0,0064 bis 0,010
36	0,83	0,005 bis 0,006	0,0060 bis 0,0072
40	0,75	0,0049 bis 0,0053	0,0065 bis 0,0070

Untersuchungen, die ich in ähnlicher Weise an 5 jungen Männern anstellte, ergaben 0,054 bis 0,014 für 6 bis 20 Athemzüge in der Minute, mithin im Wesentlichen dasselbe, wie für mich.

1311 Beobachtungen, die ich an 5 kräftigen jungen Männern und an mir selbst machte, lehrten, daß die Wassermengen, die mit einer möglichst starken und kräftigen Ausathmung davongingen, zwischen 0,079 und 0,149 Grm. und die hierzu nöthigen Zeiten zwischen 9,5 bis 38 Secunden lagen. Die Durchschnittswerthe glichen 0,114 Grm. und 20 Secunden. Anhang Nr. 66.

Halten wir uns an die an mir gemachten älteren Erfahrungen, so hatte ich, als ich 33 Jahr alt war, 0,091 Grm. in 9,5 und 0,095 in 12 bis 13 Secunden. Dieses giebt 0,008 bis 0,0096 Grm. Wasser für eine Secunde Ausathmungszeit, mithin noch mehr als bei tiefem fortgesetzten Athmen. Anhang Nr. 66.

1312 Die verschiedenen Körperstellungen scheinen nur in untergeordnetem Grade auf diese Verhältnisse einzuwirken. Verglich ich die Maxima, die ich zu 35½ Jahren durch möglichst tiefe und anhaltende Ausathmungen bei dem Stehen, Sitzen und Gehen erhalten konnte, so ergab sich für 717,76 Barometer und 18° C.:

Stellung.	Athmungswasser in Grm.		Zahl der Beobachtungen.
	Grenzwerthe.	Mittel.	
Sitzend	0,110 bis 0,125	0,119	5
Stehend	0,113 bis 0,128	0,120	3
Gehend	0,114 bis 0,117	0,116	2
Mittel aus allen Beobachtungen		0,119	10

Das Stehen, bei dem der Brustkasten am freiesten wirken kann, scheint noch am Ehesten die größten Werthe möglich zu machen.

1313 Die bei dem Athmen ausgeschiedenen Wassermengen stehen in keinem beständigen Verhältnisse zu den Körpergewichten. Lege ich die Mittelwerthe, die ich an sechs Studirenden und mir aus 166 Einzelbeobachtungen für je eine Minute gefunden habe, zum Grunde, so ergiebt sich, daß 4,5 bis 8,6 Milligramm Wasser auf 1 Kilogramm Körpergewicht und 1 Minute kommen. Die Temperatur der Einathmungsluft glich 15° bis 20° C. und der Barometerstand 710 bis 715,5 Millim. Anhang Nr. 67.

Ziehen wir das Mittel aus den sämmtlichen 166 Erfahrungen, so erhalten wir 0,0051 Grm. für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Minute. Dieses gäbe $1/_{136}$ bis $1/_{137}$ des Körpergewichts für 24 Stunden (§. 1304.).

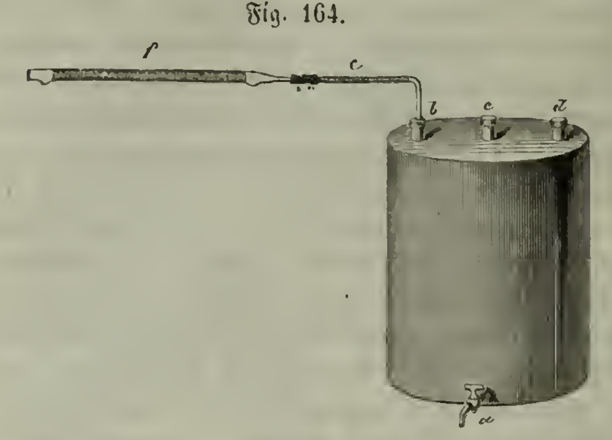
1314 Wassergehalt der Einathmungsluft. — Er wechselt in hohem Grade, weil bisweilen die Atmosphäre nur wenig Feuchtigkeit enthält, in anderen Fällen dagegen, z. B. während eines heftigen Regens, für ihren Wärmegrad mit Wasserdünsten gesättigt ist (§. 182. 183.). Ein besonderer Versuch muß daher die in Betracht kommenden Größen ermitteln.

Wir haben schon früher (§. 182.) gesehen, daß Hygrometer und Psychrometer hier und bei den Athmungsversuchen überhaupt mit Sicherheit nicht gebraucht werden können.

Man erreicht nie die Genauigkeit, die zu solchen Beobachtungen erforderlich wäre. Gewichtsbestimmungen führen hier allein zum Ziel.

Der Brunner'sche Aspirator giebt ein einfaches Mittel an die Hand, diesen Zweck zu erreichen. Man läßt eine ihrem Volumen nach bekannte Menge Wassers durch den Hahn *a* aus dem Behälter *A* ablaufen. Es muß dafür ein gleiches Volumen Luft eintreten. Sind die Mündungen *c* und *d* verstopft, *b*, *e* und *f* dagegen offen, so wird das Gas durch sie hindurchstreichen.

Fig. 164.



Man führt in *f* Asbest, Bimsstein oder Glasscherben, die mit Schwefel- oder Phosphorsäure befeuchtet sind, oder trockenes Chlorcalcium ein, tarirt die Röhre, während sie an beiden Enden mit Korkzapfen verschlossen ist, und befestigt sie durch ein Gummirohr mit der Knieröhre *e*, die in *b* luftdicht eingefügt wird. Will man sich vor den in *A* befindlichen Wasserdämpfen vollkommen sichern, so legt man einige Stückchen Chlorcalcium in dem wagerechten Theile vor.

Streicht nun die Luft durch *f*, *e* und *b*, so giebt sie ihr atmosphärisches Wasser an *f* ab. *f* muß daher später um so viel schwerer sein. Das übrige Gas geht zwar in vollkommen trockenem Zustande durch e nach *b*. Es sättigt sich aber in *A* mit Wasserdampf. Man muß daher den Stand des Barometers und Thermometers bestimmen, und demgemäß nach der Spannkraft der Wasserdünste berechnen, wie viel trockene Luft durchgezogen worden.

Anhang Nr. 19.

Die genaue Bestimmung der aus *a* ablaufenden Flüssigkeit bildet einen Hauptpunkt dieser wie vieler anderer endiometrischer Untersuchungen. Man bedient sich zu diesem Zwecke einer Flasche mit engem Halse, die hier einen oder zwei gegenüberstehende, wagerechte Striche hat, und füllt sie so weit, daß die Flüssigkeit bis zu diesen Anzeigestrichen reicht.

Es handelt sich darum, den Inhalt der Flasche bis zu diesen Marken so genau als möglich zu ermitteln. Das Ausmessen würde zu so ungenauen Werthen führen, daß alle ferneren Arbeiten unrichtig ausfielen. Die Wägung allein kann hier sichere Ergebnisse liefern.

1 Cubikcentimeter Wasser wiegt bei + 4° C. 1 Grm. Kennt man daher das Gewicht des Wassers und reducirt es auf 4° C., so läßt sich hieraus das Volumen berechnen. Die Formel, die man hier anwenden muß, wird etwas verwickelter, weil auch zu berücksichtigen ist, daß man bei der Gewichtsbestimmung der mit Luft gefüllten Flasche die in ihr enthaltene Atmosphäre mitwiegt, während sie später bis zum Theilstriche durch Wasser verdrängt wird.

Anhang Nr 68.

Dieser letztere Umstand, der häufig vernachlässigt wird und zu Fehlern der Grundbestimmung führt, macht folgendes Verfahren nothwendig. Man wiegt die leere Flasche, bestimmt dann unmittelbar darauf die Wärme der in ihr enthaltenen Luft und den Barometerstand, den man auf 0° C. reducirt, wiegt die mit Wasser bis zum Theilstrich gefüllte Flasche, und ermittelt endlich die Wärme der Flüssigkeit.

1315 Schließen wir einen Luftraum in einem Behälter, dessen Boden mit etwas Wasser bedeckt ist, hermetisch ein, so sättigt er sich bald für seine Temperatur mit Wasserdampf. Ein Zimmer dagegen wirkt nicht wie ein luftdicht geschlossenes Glas. Sind selbst nicht die Thüren und die Fenster offen, so hat es immer Spalten genug, um sich bald mit der äußeren

Atmosphäre in Verbindung zu setzen und ihr einen Theil der Wasserdünste abzugeben.

1316 Ein trockener Luftstrom bemächtigt sich, wo er kann, der Wasserdünste. Lassen wir ihn rasch durch Wasser streichen, so sättigt er sich bald für seinen Wärmegrad mit Wasserdampf. Kommt er mit einem hygroskopischen Körper in Berührung, so nimmt er aus ihm Wasser auf. Die Gummiröhren, deren man sich zur gegenseitigen Verbindung chemischer Apparate bedient, können diesen Satz in manchen Fällen erhärten.

Viele Chemiker bedienen sich häufig ohne Weiteres der Gummiröhren, um die einzelnen Stücke eudiometrischer Vorrichtungen zusammenzuhalten. Handelt es sich darum, eine Luftmasse, die später in vollkommen trockenem Zustande gewogen oder gemessen werden soll, zu erhalten, so darf man keine Gummiröhren gebrauchen. Man steht in Gefahr, daß sie Wasserdämpfe abgeben und den ganzen Versuch fehlerhaft machen.

Ich habe in dieser Hinsicht zu wiederholten Malen Versuche in verschiedenen Jahreszeiten angestellt. Ich füllte zwei Röhren mit Asbest und Schwefelsäure, verband sie gegenseitig durch eine Gummiröhre, und brachte die zweite an einen Aspirator, der mit Oel versehen war. Ließ ich diesen ablaufen, so behielt die erste die Feuchtigkeit der Atmosphäre. Das Gewicht der zweiten durfte sich nicht vergrößern.

Ich gewann auch dieses Resultat zwei Mal im Monat November. Es ereignete sich dagegen in zwei auf einander folgenden Sommern, daß die zweite Schwefelsäureröhre beträchtlich zunahm. Ich verband dann dieselben beiden Schwefelsäureröhren mit dem später zu erwähnenden Kitt, ohne daß die zweite schwerer wurde.

Die Gummiröhren, die sonst so viele Bequemlichkeiten darbieten, sind daher in dieser Hinsicht unzuverläßig. Es wäre möglich, daß man dem Uebelstande abhelfen könnte, wenn man sie mit Leinöl durchtränkte.

1317 Wasserdunstsättigung der Ausathmungsluft. — Lassen wir 20 Liter Atmosphäre in fünf Minuten durch Wasser streichen, so sättigt sie sich für ihren Wärmegrad mit Wasserdampf. Die Schnelligkeit, mit der die Wasserdünste aufgenommen werden, führt schon zu dem Schlusse, daß sich das Einathmungsgas mit Wasserdampf in den Lungen sättigen werde. Diese Folgerung wird noch dadurch unterstützt, daß sich das Gas in den Bronchialverzweigungen vertheilt, in einer möglichst großen Ausdehnung mit den befeuchteten Oberflächen derselben in Berührung kommt und länger, als die Dauer eines Athemzuges in den Lungen verweilt. Bedenken wir endlich, daß es sich von — 6° C. auf mehr als 30° C. und von + 10° bis 20° auf 36° bis 38° C. erwärmt (§. 1296.), so kann der oben erwähnte Satz keinem gerechten Zweifel unterworfen werden. Hat die Luft Zeit genug, jene hohe Temperatur in den Lungen zu erreichen, so muß sie sich auch unterdeß für ihren Wärmegrad mit Wasserdampf sättigen können.

1318 Chemiker ersten Ranges, wie Lavoisier[1]), Berzelius[2]), Wöhler[3]), vertheidigten auch schon die Wasserdampfsättigung der Ausath-

[1]) Lavoisier, in den Mémoires de l'Académie des sciences. Année, 1790. Paris, 1797. 4. pag. 606.

[2]) J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Uebersetzt von Wöhler. Bd. IX. Dresden und Leipzig, 1840. 8. Seite 132. 133.

[3]) Wöhler, in dem Handwörterbuch der Chemie. Bd. I. Braunschweig, 1840. 8. Seite 529.

mungsluft. Dieser Ausspruch bildet eine nothwendige Folge der Grundsätze der Hygrometrie. Mehrere neuere Physiologen haben ihn nicht bloß bezweifelt, sondern man hat selbst auf dem Wege der Erfahrung zu beweisen gesucht, daß die ausgeathmete Luft weniger Wasser enthält, als sie im Zustande der Sättigung führen sollte.

1319 Eine nothwendige Folge der mathematischen Physik bedarf keines näheren Erfahrungsbeweises. Die unvermeidlichen Beobachtungsfehler, welche die Versuche mit sich führen, können sogar nur den, der nicht mit den unerbittlichen Folgerungen der Mathematik vertraut ist, verwirren. Da sich aber die Zweifler unter den Physiologen mehrten, so entschloß ich mich, den Gegenstand durch Erfahrungsbeweise zu erhärten.

1320 Ludwig, der zuerst die Wassersättigung bekämpfte, stützte sich auf die Thatsache, daß in meinen Versuchen ein Studirender unter gewöhnlichen Verhältnissen 0,205 und 0,270 Grm. und nach dem Wassertrinken 0,467 und 0,480 Grm. Wasser lieferte. Diese Thatsache ließ drei Deutungen zu. Die Athmungen konnten tiefer sein; es war vielleicht etwas Wasser in das Mundstück hinübergespritzt oder die Luft der Mundhöhle, die schneller wechselt und vielleicht sonst nicht mit Wasserdunst gesättigt ist, nahm mehr Dämpfe auf.

Sollte die letztere Erklärung ungültig sein, so mußte man dieselbe Wassermenge durch die gleiche Athmungsweise erhalten, man mochte unmittelbar vorher die Gebilde der Mundrachenhöhle befeuchtet haben oder nicht. Eine hierüber von mir angestellte Versuchsreihe bestätigte dieses vollkommen. Die Unterschiede, die hervortraten, hingen von der Zahl und der Tiefe der Athemzüge, nicht aber von der Durchfeuchtung ab. Es folgt hieraus von selbst, daß selbst die durch den Mund gehende Luft, so lange dieser regelrecht befeuchtet ist, möglichst viel Wasserdämpfe enthält. Das Lungengas muß daher um so eher mit Wasserdampf gesättigt sein.

Anhang Nr 69

Stellen wir die Hauptresultate der Zahl der Athemzüge noch zusammen, so erhalten wir:

In der Minute.		
Zahl der Athemzüge	Ausgeathmetes Wasser in Grammen.	
	ohne neue Durchfeuchtung	die Mundhöhle neu durchfeuchtet.
5	0,360 bis 0,433	0,337
8	0,250 bis 0,300	0,253 bis 0,275
12	0,250 bis 0,260	0,214 bis 0,270
16	0,250	0,240 bis 0,270
20	0,225 bis 0,351	0,223

Man sieht hieraus, daß sogar nicht selten noch weniger nach der Durchfeuchtung der Mundhöhle heraus kam. Der wahrscheinlichste Grund dieser Erscheinung liegt darin, daß ich unmittelbar vorher den Mund mit Wasser möglichst füllte und es ½ Minute

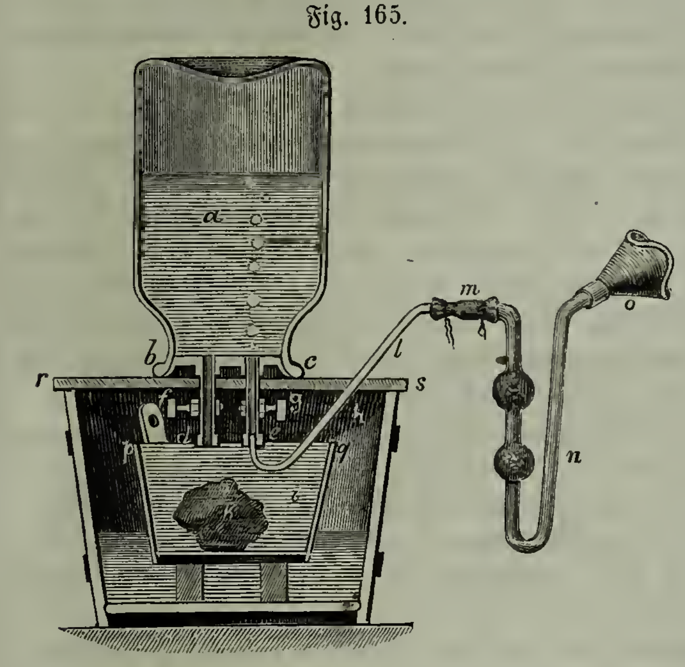
später hinunterschluckte. Der vollere Magen ließ dann vermuthlich das Zwerchfell schwächer spielen.

1321 Ein zweites Verfahren, das ich gebrauchte, bestand in dem Vergleich des Volumens der ausgeathmeten Luft und der Menge des gleichzeitig gelieferten Wassers. Kennt man den Barometerstand, so läßt sich berechnen, wie viel Gewichtstheile Wasserdunst ein bestimmtes Luftvolumen bei einer gewissen Temperatur und der ihr entsprechenden Spannkraft der Dämpfe im Zustande der Sättigung enthält. Dieser Werth muß dann mit dem durch den Versuch gefundenen stimmen. Anhang Nr. 19.

So einfach dieses Verfahren erscheint, so viele Schwierigkeiten bieten die Temperaturverhältnisse. Behält nicht die ausgeathmete Luft ihre ursprüngliche Wärme bei, so ändert sie natürlich ihr Volumen. Es entstehen so unrichtige Grundwerthe der ganzen Berechnung.

Fig. 165. zeigt uns die Vorrichtung, der ich mich zu diesem Zwecke bediente. Ich füllte eine Flasche *a*, die mehr als 7 Liter faßte und deren Rauminhalt auf dem Gewichtswege bestimmt worden (§. 1314.), mit Wasser, schloß sie durch einen Zapfen oder einen mit zwei Hahnröhren *df* und *eg* versehenen Metalldeckel *b c*, stürzte sie über dem Gefäße *i*, das bis *p q* Wasser enthielt, um und öffnete dann den Verschluß. Ein in der Mitte durchbohrtes Joch *rs* hielt sie in dieser Stellung. Sie blieb unter diesen Verhältnissen mittelst des äußeren Luftdruckes mit Wasser gefüllt.

Fig. 165.



Die mit Asbest und Schwefelsäure versehene Ausathmungspfeife *n o* erhielt eine passend gekrümmte Glasröhre *l*, die mit Wasser gefüllt durch eine Gummiröhre *m* befestigt und, wie es Fig. 165. zeigt, eingebracht wurde. Athmete man von *o* aus durch, so vertrieb das Gas das in *a* befindliche Wasser. Dieses lief nach i ab. Man konnte so die ganze Flasche entleeren und eine bekannte Menge von Gas ansammeln.

Soll aber die Luftmenge, die in *a* enthalten ist, genau bekannt sein, so reicht es nicht bloß hin, daß man z. B. weiß, daß die in meinen Versuchen gebrauchte Flasche 7319,8 C. C. hielt. Alle Fehler des Druckes und der Temperatur mußten, so sehr als möglich, vermieden werden.

Enthielte auch *i* im Anfange nur so viel Wasser, daß die Mündungen von *d* und *e* eben hineinreichten, so würde sich der Flüssigkeitsspiegel durch die Entleerung von *a* heben. Das in *a* enthaltene mit Wasserdampf gesättigte Gas stände nicht bloß unter dem atmosphärischen Drucke minus der Spannkraft der Wasserdämpfe, sondern auch unter der Pressung einer Wassersäule, deren Höhe der tiefen Lage der Mündungen gliche. Die Luft wäre daher in *a* zusammengedrückt.

Der Behälter *i* wurde zu diesem Zwecke in einen zweiten *h* gesetzt und durch Unterlagen so gestellt, daß fast *pq* und die Mündungen *d* und *e* seine höchsten Durchschnittsflächen berührten. Lief das Wasser aus *a* ab, so rann gleich der Ueberschuß über *pq*

nach *h* hin ab. Der Druck blieb auf diese Weise während des ganzen Versuches der gleiche. Er betrug kaum ein bis zwei Millimeter Quecksilber. Ein Stein *k* befand sich in *i*, damit nicht dieser Behälter durch das abgelaufene Wasser gehoben würde.

Die Temperatur erfordert eine ähnliche Vorsicht. Nehmen wir kaltes Wasser, so wird sich z. B. das auf 37° C. erwärmte Gas, indem es durchstreicht, abkühlen und einen geringeren Raum einnehmen. Man muß daher Wasser von 37° C. gebrauchen, wenn man diesen Uebelstand vermeiden will. Salzwasser ist der Absorptionsverhältnisse wegen (§. 153.) gewöhnlichem Wasser vorzuziehen.

Kleine Temperaturstörungen können trotz aller Vorsicht nicht vermieden werden. Dreierlei Verhältnisse sind sie zu bedingen im Stande: 1) das Gas gelangt zuerst in das kühlere Mundstück und in den Anfangstheil der Ausathmungspfeife, und erkaltet auf diese Weise. Es schlagen sich daher auch schon hier Wassertropfen nieder. 2) Nimmt dann die Schwefelsäure Wasserdämpfe auf, so erwärmt sie sich wieder. Man kann sich leicht überzeugen, daß die Luft hierdurch um 1° oder selbst 2° an Wärme gewinnt. 3) Kühlt das Sperrwasser selbst während der Zeit, die das Einathmen dauert, ab. Doch ist diese Fehlerquelle höchst unbedeutend.

Die vorzüglichste Gefahr liegt in den Einflüssen, welche die Erwärmung der Schwefelsäure ausübt. Nimmt man 0,003665 als Ausdehnungscoefficienten an, so erhält man $\frac{1}{273}$ Wasser weniger für jeden Grad, um den sich die Luft durch diese Fehlerquelle vergrößert.

1322 Ich stellte drei Beobachtungsreihen, zwei in warmen Sommertagen und eine in nicht unbedeutender Winterkälte an.

Anhang Nr. 70.

1) Temperatur der Einathmungsluft 16°25 bis 17° C. Auf 0° C. reducirtes Barometer 710,11 Mm. Die mit dem Thermometer gemessene Wärme der Ausathmungsluft schwankte zwischen 35°9 und 37°5 bei 10° bis 20° C. der Atmosphäre (§. 1295,). Legt man die Spannkraftwerthe von Gay-Lussac zum Grunde, so betrugen die für 36° bis 38° C. gefoderten Wasserwerthe 0,259 bis 0,285 Grm. Regnault's Zahlen erheischen für 35° bis 38° C. 0,254 bis 0,295 Grm. 10 Versuche ergaben 0,258 bis 0, 281 Grm. als Erfahrungsergebnisse. Die Zahl der Athemzüge lag zwischen 4 und 54 in den verschiedensten Abstufungen.

Anhang Nr. 61.

Anhang Nr. 19.

Anhang Nr. 70.

2) Temperatur der Einathmungsluft 17° C. Auf 0° C. reducirter Barometerstand 703,62 Mm. Die nach Regnault berechneten Wasserwerthe foderten 0,264 bis 0,292 Grm. für 36° bis 38° C. 4 Versuche, in denen die Athemzüge 5¼ bis 29 glichen, wechselten von 0,269 bis 0,291 Grm. Das Mittel ergab hier 0,280 Grm., d. h. den Werth, den ungefähr 37°6 C. fodern würden.

3) Als ich die Versuche in der Kälte an einem heiteren Januartage anstellte, prüfte ich die Wärme der Ausathmungsluft am Thermometer. Ich erhielt dann z. B. 29°8 C. für — 6°3 C. Wir haben aber schon früher (§. 1296.) die Gründe kennen gelernt, weshalb solche Maaßbestimmungen zu kleine Werthe geben. Die Erscheinungen der Wassersättigung bestätigen das Gleiche.

Die Temperatur der Einathmungsluft schwankte zwischen — 6°6 und — 8°75 C. und betrug im Mittel — 7°57 C. Der auf 0° C. reducirte Barometerstand glich 725,56 Mm. Die Gay-Lussac'schen Spannkraftwerthe fodern unter diesen Verhältnissen 0,208 bis 0,229 und die Regnault'schen 0,213 bis 0,235 Grm. für 31° bis 33° C. Die Erfahrung ergab mir in 4 Versuchen 0,215 bis 0,227. Man irrt daher weniger, wenn man die Temperatur der Ausathmungsluft bei sehr niederen Wärmegraden nach den Wasserdämpfen, als wenn man sie nach dem Thermometer bestimmt.

Anhang Nr. 70.

Moleschott [1]) machte ebenfalls Versuche über diesen Gegenstand und kam zu dem Resultate, daß die Ausathmungsluft nicht mit Wasserdampf gesättigt sei. Das hierbei beobachtete Verfahren muß aber Irrungsquellen eingeschlossen haben, so daß die Endwerthe hinter den richtigen Zahlen zurückblieben.

Moleschott gab sich die Mühe, das Wasser, das 2420 C. C. Luft im Sättigungszustande enthalten, auf dem Wege der Erfahrung zu bestimmen. Da sich dieser Werth durch Rechnung mit Sicherheit finden läßt, so kann man hierdurch die Größen der Fehlerquellen prüfen. Die folgende Tabelle enthält die gefoderten Zahlen nach Gay-Lussac (= 45,038 Mm.) und dem älteren Ausdehnungscoefficienten (= 0,00375), so wie nach Regnault (= 46,691 Mm.) und dem neueren Coefficienten (= 0,003665). Die Temperatur der mit Wasserdampf gesättigten Luft glich 37° C.

Barometer in Millimetern.	Gefundene Werthe in Grm.	Gefoderte Werthe in Grammen.	
		nach Gay-Lussac.	nach Regnault.
757,2	0,074	0,0960	0,0989
758,8	0,068	0,0962	0,0991
761,3	0,054	0,0965	0,0995
760,9	0,040	0,0965	0,0994
759,4	0,054	0,0963	0,0992
759,4	0,042	0,0963	0,0992
761,4	0,052	0,0966	0,0995

Das Verfahren gab also im günstigsten Falle $^8/_{10}$ und bisweilen weniger, als die Hälfte der richtigen Werthe.

Der Ausathmungsapparat schließt leider einen nicht minder bedeutenden Uebelstand in sich. Das Mundstück und, wenn ich die Mittheilung richtig verstanden, eine daran gefügte Glasröhre wurden nicht mit gewogen. Das Wasser, das sich hier aus der Ausathmungsluft verdichtete, ging für das Resultat verloren. Es konnte sich daher nicht so viel Wasser finden, als die Theorie fodert.

Ich richtete mir den Fig. 163. abgebildeten Apparat so ein, daß ich das Mundstück und die Schwefelsäureröhre gesondert wiegen konnte. Hauchte ich 20 Mal in ungefähr $^2/_3$ Minuten durch, so erhielt ich ein Mal 0,125 Grm. für die Röhre und 0,020 in dem Mundstücke. Ein zweiter Versuch ergab 0,115 und 0,025 Grm. Man muß natürlich das Mundstück zuerst wiegen, weil es sonst einen Theil des angeschlagenen Wassers durch Verdunstung verliert.

Jener Forscher sollte, wenn Alles in Ordnung war, 90 bis 100 Milligramm Wasser erhalten. Es gingen aber im Durchschnitt, wie sich aus dem eben Dargestellten ergiebt, etwa 0,015 Grm. durch das Mundstück verloren. Wie viel der Glasröhre wegen mangelte, läßt sich natürlich nicht bestimmen. Befand sich eine trockene Gummiröhre vor der Chlorcalciumröhre, so konnte auch hierdurch Wasser verschwinden. Die Zahlen, die so erhalten wurden, können daher weder für die absoluten Wassermengen gültig sein, noch die Sättigungsfrage oder ein anderes Problem der Art entscheiden.

Kennt man die Temperaturen zweier Luftmassen von gleichem Volumen und Barometerstand, so läßt sich berechnen, wie viel Wasserdampf sie in gesättigtem Zustande aufnehmen. Die gegenseitigen Volumina der Ein- 1323 Anhang Nr. 19.

[1]) Moleschott, Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften, herausgegeben von J. van Deen, F. C. Donders und J. Moleschott. Bd. I. Heft I. Utrecht und Düsseldorf. 1846. 8. Seite 86 — 99.

und der Ausathmungsluft wechseln zwar (§. 344.). Der Unterschied ist aber nicht so groß, daß man ihn nicht ohne erheblichen Fehler bei allgemeinen Berechnungen der Wasserdampfmassen außer Acht lassen könnte. Ist dieses der Fall, so läßt sich finden, wie viel der Mensch Wasser hergeben muß, wenn er eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre einathmet und sie wieder unter einem bekannten Wärmegrade entläßt.

Anhang Nr. 19. Anhang Nr. 20. Die folgende Tabelle giebt diese Werthe für 15° bis 30° C. als die gewöhnlichen Größen einer behaglichen Wärme. Ich habe die Temperaturen 36°, 37° und 38° C. der Vollständigkeit wegen zum Grunde gelegt. Die Berechnung fußt auf den von Regnault angegebenen Spannkräften und dem Ausdehnungscoefficienten 0,3665. Da es bequem ist, zu wissen, wie viel 1000 C. C. mit Wasserdampf gesättigter Luft bei 760 Mm. und bei einer bestimmten Temperatur an Wasser enthalten, so habe ich diese Werthe beigesetzt.

760 Mm. Barometer.

In einem Liter enthaltene Wassermenge des Sättigungszustandes des Einathmungsgases		In einem Liter enthaltene Wassermenge des Ausathmungsgases in Grm. bei			Verhältnißmäßige Wassermenge, die der Körper hergiebt, bei			
Temperatur.	Menge in Grm.	36° C.	37° C.	38° C.	36° C.	37° C.	38° C.	Runde Zahl.
15°	0,013	0,039	0,041	0,043	0,66	0,68	0,70	7/10
20°	0,017	0,039	0,041	0,043	0,56	0,59	0,68	6/10
25°	0,022	0,039	0,041	0,043	0,44	0,46	0,50	1/2
30°	0,029	0,039	0,041	0,043	0 26	0,29	0,33	3/10

Anhang Nr. 70. Anhang Nr. 20. Wir haben früher (§. 1297.) gesehen, daß die Wärme der Ausathmungsluft in bedeutender Kälte tiefer lag. Sie befand sich im Durchschnitt bei 32° C. für — 7°6 C. der Einathmungsluft. 1000 C. C. enthalten 0,003 Grm. Wasser bei 2,989 Mm. Spannkraft für — 7°6 C. Temperatur und 760 Mm. Barometer. Ist die Ausathmungsluft für 32°4 C. gesättigt, so führt ein Liter bei 36,180 Mm. Spannkraft 0,032 Grm. Die Lungen müssen daher in diesem Falle mehr, als 9/10 der Wassermenge abgeben. Diese Quantitäten steigern sich also, wie die Temperatur abnimmt.

1324 Ist die Einathmungsluft, wie gewöhnlich, mit Wasserdampf nicht gesättigt, so muß ein besonderer Versuch ihren Wassergehalt auf die §. 1314. geschilderte Weise bestimmen. Das Blut giebt dann mehr und zwar so viel her, als sei das Einathmungsgas für seinen Thaupunkt gesättigt gewesen (§. 182.).

1000 C. C. eingeathmeter Luft enthielten z. B. 0,0087 Grm. Wasserdampf an einem heiteren Juniustage bei 17° C. Ein Liter der Ausathmungsluft führt aber dann beinahe 0,043 Grm. nach Regnault's Werthen. Mein Körper mußte dann 0,034 Grm. oder 4/5 des Wassers hergeben. Er hatte ungefähr eben so viel zu leisten, als wäre die Luft für + 5° bis 10° C. mit Wasserdunst gesättigt gewesen.

Wir haben früher (§. 1297.) gesehen, daß ein Mensch, der sehr stark friert, einen kälteren Athem entläßt, er mag sich in einer niederen oder

höheren Temperatur befinden. Die Wasserwerthe werden deshalb auch sinken. Sie verkleinern sich selbst, wenn er, von Frost durchdrungen, in ein warmes Zimmer tritt.

Eine von mir angestellte Versuchsreihe kann uns dieses versinnlichen. Es ergab sich an einem kalten heiteren Januartage.

	Temperatur der Luft in Celsiusgraden.	Wassermenge in Grm. für 7319,8 C. C. Ausathmungsgas.	Bemerkungen.
1	— 7°5	0,227	In einer sehr kalten nicht geheizten Küche bei offenen Thüren und Fenstern.
2	— 7	0,222	
3	— 8°75	0,223	
4	— 7°5	0,225	
5	— 6°6	0,215	
6	+ 19°0	0,209	In einem geheizten Zimmer.
7	desgl.	0,207	

Die Versuche wurden in der hier verzeichneten Ordnung angestellt. Da ich im Kalten immer mehr fror, so gingen auch zuletzt die Wassermengen tief hinab. Ich war vollkommen erstarrt, als ich die beiden letzten Versuche rasch hinter einander anstellte. Sie gaben auch die niedersten Werthe, obgleich die Einathmungsluft mehr als 25° C. höher, wie früher war.

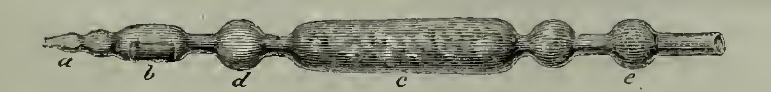
Chemische Zusammensetzung der eingeathmeten Luft. — 1325 Die reine Atmosphäre besteht vorzüglich aus Stickstoff und Sauerstoff. Sie enthält noch in der Regel geringe Mengen von Kohlensäure und eine wechselnde Masse von Wasserdämpfen. Da aber diese nach Verschiedenheit der Verhältnisse in höchstem Grade abweichen und die Kohlensäure nur Bruchtheile von Procenten zu betragen pflegt, so befreit man meist die Atmosphäre bei genaueren Analysen von solchen Beimischungen und sucht zunächst die Werthe des Sauerstoffs und des Stickstoffs mit möglichster Schärfe zu ermitteln.

Die ältere Methode, den Sauerstoff mit Wasserstoff zu mengen, das Ganze durch einen elektrischen Funken anzuzünden und die ursprünglich vorhandene Sauerstoffmenge aus der Masse des erhaltenen Wassers zu berechnen, ist so ungenau, daß man sie weder zu feineren eudiometrischen Beobachtungen, noch zu sicheren physiologischen Untersuchungen gebrauchen kann. Dasselbe gilt von der Vorschrift, Phosphorstückchen in die Luftmasse einzuführen und den Sauerstoff nach der Raumverminderung des Gases zu schätzen.

Man muß überhaupt jedes Verfahren, das nicht auf Gewichts-, sondern auf ausschließlichen Volumensbestimmungen beruht, hier, wie bei anderen eudiometrischen Prüfungen vermeiden. Die vorzüglichsten Methoden der Sauerstoffanalysen fußen auf der Anwendung leicht oxydirbarer Körper, deren Gewichtszunahme den Sauerstoff angiebt.

Brunner's Phosphoreudiometer nimmt hier einen der ersten Plätze ein. Fig. 166.

Fig. 166.



zeigt uns die Röhrenform, wie sie Brunner gebrauchte, und Fig. 167. die, deren ich mich seit einigen Jahren bediene. Betrachten wir zunächst Fig. 166., so läuft die Röhre

Fig. 167.



vorn bei *a* eng aus, hat aber bald darauf eine kleine bauchigte Anschwellung, damit sie desto leichter an eine andere Röhre oder an einen Ansatz angeschoben werden könne. Die Erweiterung *b* enthält ein Stückchen Phosphor, *d* ist leer; *c* dagegen mit Baumwolle, mit Ausnahme des vordersten Theiles, gefüllt. Diese muß ziemlich fest gestopft sein, darf aber keine Hindernisse dem Luftstrome, wenn sich vorn Oxydationsproducte des Phosphors angesetzt haben, in den Weg legen. Die Kugel *e* führt Asbest, der mit Schwefelsäure getränkt ist.

Denken wir uns nun, daß das Phosphoreudiometer mit einem Aspirator auf die bald zu schildernde Weise in Verbindung steht und ein Luftstrom, während der Phosphor erwärmt und geschmolzen ist, durchgeht, so wird sich dieser, wenn nicht die Atmosphäre zu rasch vorübereilt, alles Sauerstoffs bemächtigen. Hat nicht sogleich der Wind Kraft genug, so gelangt ein Theil der Oxydationsproducte nach vorn. Die zwischen *a* und *b* befindliche Kugel dient eben, sie an ihren Wänden niederschlagen zu lassen. Der Hauptzug geht nach hinten, setzt sich in der Kugel *d* ab und gelangt selbst zur Vorderseite der in *c* enthaltenen Baumwolle, die sich mit einem weißen oder gelblichen, bis gelbröthlichen Pulver bedeckt. Sie soll diese Verbindungen mechanisch zurückhalten, und muß deshalb so fest gestopft sein, daß sich höchstens ihr vorderster Theil mit dem Pulver bekleidet.

Der Luftstrom, der durch das Phosphoreudiometer geht, muß vorher alle seine Feuchtigkeit, wie wir bald sehen werden, verloren haben. Er trocknet aber unter diesen Verhältnissen die Baumwolle aus. Blieben nun nicht die Wasserdämpfe, die er mit sich führt, in dem Phosphoreudiometer zurück, so würde dieses um so viel leichter. Der ganze Versuch wäre dann nicht zu gebrauchen. Die in *e* angebrachte Schwefelsäure hat daher den Zweck, den Luftstrom von Neuem zu trocknen.

Das Phosphoreudiometer kann daher nur um so viel zunehmen, als der Phosphor Sauerstoff an sich gerissen. Tarirt man es, nachdem man es mit einem sauberen Tuche sorgfältig abgerieben, und seine beiden Enden verstopft hat, vor und nach dem Versuche, so erhält man den gesuchten Sauerstoffwerth.

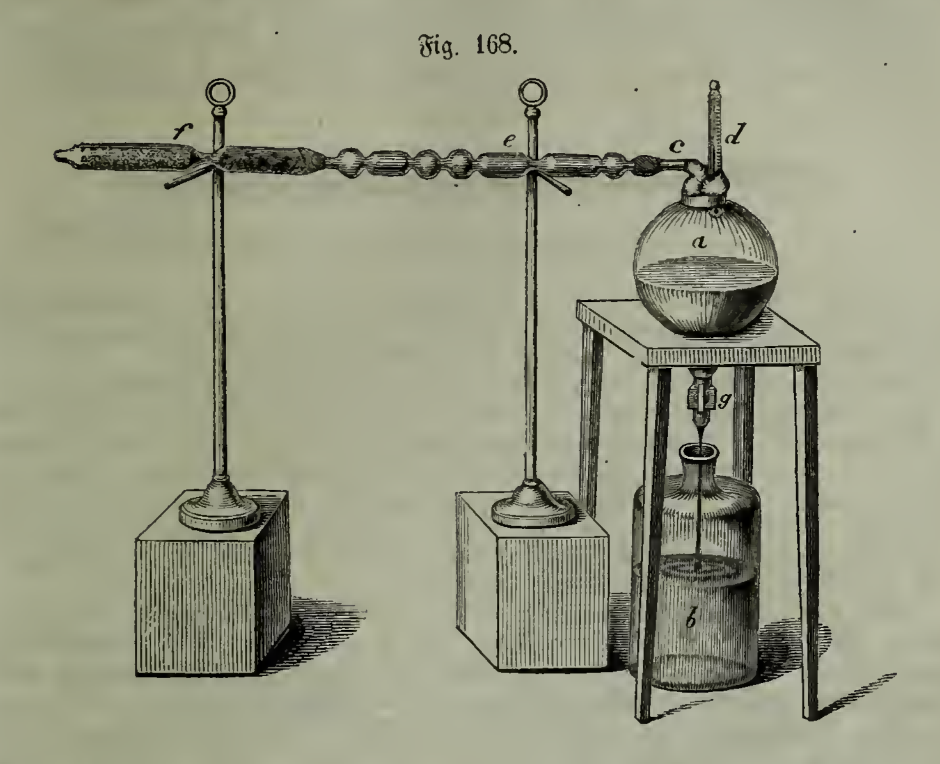
Die zweite Fig. 167. abgebildete Form des Phosphoreudiometers gewährt mehrere Vortheile. Die weiten bei *a* und *b* befindlichen Oeffnungen erleichtern die Anfügung an andere Röhren oder Ansätze und die Reinigung des Ganzen nach dem Versuche. Die größere Länge von *k* sichert vor dem Unfalle, daß Phosphordämpfe nach dem Schlusse des Aspirators zu weit nach vorn oder selbst in die Vorlagsröhre gelangen. *c*, *d* und *e* sind, wie in Fig. 165. *k* zeigt, nur hier genauer, die Grenze, bis zu der die Baumwolle nach vorn reicht

Da der Phosphor flüchtig ist, so ereignet es sich nicht selten, daß eine Spur von Phosphordampf durch die Baumwolle und selbst bis in den Aspirator dringt. Die Baumwollenröhre *f l g* ist aus diesem Grunde bei *l* verengt. Man kann daher die Baumwolle fester stopfen. Ich brachte noch oft in *l* Silberschlagblättchen oder Kupferspäne, die ich kalt ließ oder auch erhitzte, an, um wo möglich den Phosphordampf zu fixiren. Sie erhalten einen eigenen Geruch, der sich später an der Luft verliert, ändern sich aber sonst nicht in sichtlicher Weise. Die Kugel *h* führt hier Asbest mit Schwefelsäure und *i* bloßen Asbest. Der letztere sichert, daß keine Spur von Schwefelsäure bei dem Umwenden der Röhre verloren geht.

Das bloße Gewicht des Sauerstoffes würde Nichts nützen, wenn man nicht die Menge des Stickstoffes ebenfalls kennen würde. Der Aspirator *a*, Fig. 168., kann uns diesen Werth liefern.

Denken wir uns, wir hätten eine Flasche *b*, deren Rauminhalt nach der früher (§. 1314.) geschilderten Methode gefunden worden ist, und wir ließen so viel Flüssigkeit,

Fig. 168.



daß sie bis zu ihrem Anzeigestriche voll würde, aus dem Aspirator einlaufen, so muß dieser eben die gleiche Menge von Gas nachziehen. Steht er aber mit einem thätigen Phosphoreudiometer, durch das ein trockener kohlensäurefreier Luftstrom streicht, in Verbindung, so wird eben so viel Stickstoff in den Aspirator eintreten, als in die untergesetzte Flasche abgelaufen ist. Da das Volumen des Stickstoffes einen Grundwerth bildet, so muß die Maaßflasche auf das Genaueste bestimmt und ihr Inhalt nach der Correctionsformel berechnet sein. Vernachlässigt man dieses, so ist alle spätere Mühe vergeblich. Anhang Nr 68.

Wäre der Aspirator *a* mit Wasser gefüllt, so bildete sich eine mit Wasserdunst gesättigte Atmosphäre über dem Flüssigkeitsspiegel. Die Spannung des eingesogenen Stickstoffes änderte sich hierdurch und machte das Ganze fehlerhaft. Man muß daher reines Oel als Abzugsflüssigkeit wählen.

Da die zu untersuchende Atmosphäre weder Kohlensäure noch Wasser enthalten darf, so müssen diese beiden Bestandtheile entfernt werden, ehe das Gas zu dem Phosphoreudiometer gelangt. Eine Röhre von der Fig. 169. gezeichneten Gestalt erfüllt diesen Zweck. Man läßt den vordersten Theil *a* leer, bringt in *d* etwas Baumwolle und füllt

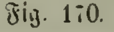
Fig. 169.

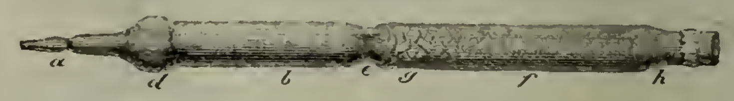


b mit gelöschtem Kalk, der mit einer kaustischen Kalilösung getränkt ist. Das Kali, wie der Kalk nehmen die Kohlensäure mit vieler Begierde auf. Soll sich die Mischung leicht einfüllen lassen, und doch nicht sobald trocken werden, so muß sie sich ziemlich feucht anfühlen und in kleinere Kugeln formen lassen. Enthält sie zu viel Kalilösung, so wird sie so zähe und klebrig, daß man sie nur mit Mühe in die Röhre bringt und daß sich diese leicht verstopft. Ist sie dagegen zu wenig befeuchtet, so wird sie von einem stärkeren Luftstrome ausgetrocknet und läßt Kohlensäure durch.

Die Atmosphäre, welche durch die Kalk-Kalimischung geht, verliert zwar hier ihre Kohlensäure; sie sättigt sich aber dafür mit Wasserdampf. Der hintere Theil des Fig. 170. abgebildeten Kalkeudiometers bindet auch diese.

Man bringt etwas Baumwolle oder Porcellanscherben in den verengerten Theil c und bis nach g Fig. 170., um den Kalk mechanisch zurückzuhalten. f erhält Asbest und





Schwefelsäure. Man kann auch f mit Glasscherben oder besser mit Bimssteinstückchen füllen und Schwefelsäure hineintröpfeln. Ein bei h angebrachter Pflock reinen und frisch ausgeglühten Asbestes hält das Ganze in dem letzteren Falle zusammen.

Wollte man das Kalkeudiometer (Fig. 170.) mit dem Phosphoreudiometer (Fig. 167.) durch eine Gummiröhre verbinden, so würde man sich der Gefahr aussetzen, daß diese Wasser an den eben getrockneten Luftstrom abgebe (§. 1316.). Die Dämpfe würden von der in dem Phosphoreudiometer enthaltenen Mischung aufgenommen. Man erhielte zu große Sauerstoffwerthe. Vereinigte man das Phosphoreudiometer mit der Abzugsröhre c, Fig. 168. durch eine Gummiröhre, so könnte der Stickstoff, der über dem Oele des Aspirators a steht, mit Wasserdünsten geschwängert und in eine unrichtige, nicht zu bestimmende Spannung versetzt werden.

Man muß daher die Gummiröhren durch eine andere Masse ersetzen. Brunner bediente sich zu diesem Zwecke eines Kittes, den ich ebenfalls in allen eudiometrischen Untersuchungen mit vielem Vortheil gebrauche. Man kocht Leinöl und Bleiweiß unter fortwährendem Umrühren so lange zusammen, bis das Ganze eine schwarze, sehr zähe, syrupartige Masse bildet, die noch ihre zähe Consistenz bei 15 bis 20° behauptet. Die gute Bereitung dieses Firnisses, die man bald durch Uebung erlernt, bildet die Hauptsache. Er darf weder zu flüssig sein, noch zu leicht erstarren. Man knetet ihn dann mit einer Mischung von gleichen Theilen Mennige und Bleiweiß so lange zusammen, bis er eine schön rothe und zähe Masse bildet. Sie wird nur bei Temperaturen, die dem Nullpunkte nahe stehen, spröde und unbequem, läßt sich dagegen sonst eben so leicht auf glatte Flächen aufstreichen, als von ihnen abwischen. Man kann mit ihm ohne Bedenken die tarirten Röhren oder polirte Messingansätze bekleben. Fährt man nur später mit einem Leinwandlappen darüber, so geht bald Alles so ab, daß auch nicht die geringste Spur von ihm übrig bleibt.

Brunner sowohl als ich bedienten sich früher eigener Messingansätze, die mit Siegellack, wie man es bei h, Fig. 170., sieht, an die Eudiometer angekittet wurden. Lief die zweite Röhre vorn spitz aus (Fig. 166.), so schob man die zweite Röhre ein. Sollten zwei Röhren, die Ansätze trugen, verbunden werden, so schaltete man einen doppelt conischen Messingansatz ein. Das Gewicht der Eudiometer wurde hierdurch bedeutend erhöht.

Eine andere einfachere Verbindungsweise, der ich mich seit längerer Zeit bediene, ist Fig. 171. im Durchschnitte dargestellt. Man umwickelt eine kleine und dünne Glasröhre c mit Stanniol d d, damit ihre Oberfläche nachgiebiger werde. Vernachlässigt man dieses, so steht man in Gefahr, daß Glassplitter bei der geringsten Wendung des ganzen verbundenen Apparates abgesprengt werden. Die beiden Röhren a und b, die vereinigt werden sollen, werden über c und d d einander entgegengeschoben und das Ganze mit e e verkittet.

Fig. 171



Wir können nun, nachdem wir die Einzelnheiten betrachtet haben, den Gang der Analyse näher in's Auge fassen. Man schließt den Aspirator a, Fig. 172., durch einen Bleizapfen, der mit zwei Oeffnungen versehen ist, und verkittet ihn vollständig. Die eine Oeffnung nimmt die Einzugsröhre c, die andere ein Thermometer d auf, um die Wärme des Stickstoffes, der später eintritt, kennen zu lernen.

Man muß sich den Gefrier- und den Siedpunkt dieses Thermometers selbst bestimmen und den gleichzeitigen Barometerstand beobachten. Man ist nur so zu berechnen im Stande, wie das Thermometer für 760 Mm. Barometer geht. Die Gradzahlen der Skale werden nach dieser Bestimmung entworfen oder durch eine Nebentabelle auf sie zurückgeführt.

Ich befestige in der Regel das Thermometer *d* in dem Deckel des Aspirators *a*, so

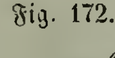
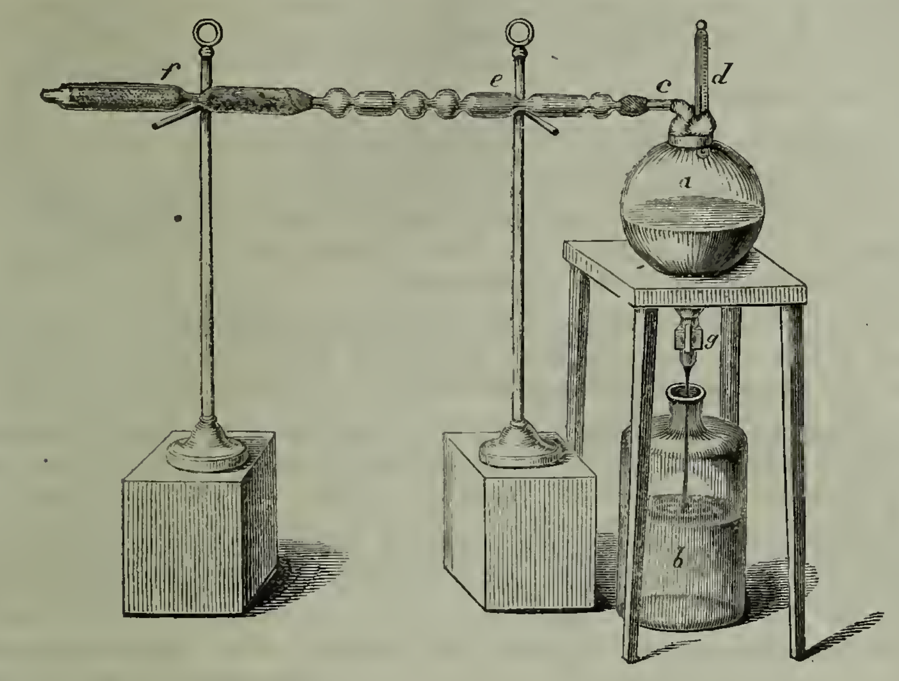


Fig. 172.



daß es später in den Stickstoff selbst hineinragt. Man kann es aber auch unmittelbar neben dem Aspirator aufhängen. Der Unterschied beträgt noch keinen halben Grad.

Man kittet dann das Phosphoreudiometer *e* an die Einzugsröhre *c*, verbindet das Kalkeudiometer *f* mit *e* und setzt ein anderes Glas statt *b* unter den Aspirator *a*. Schließt Alles luftdicht, so schmilzt man den Phosphor durch eine vorsichtig untergehaltene Weingeistlampe, öffnet den Hahn *g*, ehe sich die Dämpfe nach vorn drängen, und läßt 30 bis 50 C. C. Oel ablaufen. Diese Vorbereitung soll uns zeigen, ob alle Theile des Apparates wegsam sind. Man schließt hierauf *g*, läßt den Phosphor vollkommen erstarren und erkalten, nimmt *f* und *e* ab, reinigt *e* von allem anhaftenden Kitt, verstopft es an beiden Enden luftdicht durch Korke und tarirt es, nachdem man es äußerlich auf das Sorgfältigste abgewischt hat.

Der Apparat wird dann von Neuem, wie es Fig. 172. zeigt, aufgebaut und die Maaßflasche *b* untergesetzt. Ist der Phosphor abermals geschmolzen worden, so öffnet man den Hahn *g*, so daß ein dünner Oelstrahl nach *b* hinabläuft. Er muß in dem Grade regulirt werden, daß ungefähr 1 Liter ablaufenden Oels 25 bis 40 Minuten fodert. Der Phosphor brennt dann zwar meist von selbst. Es ist jedoch gut, wenn man von Zeit zu Zeit mit der Lampe nachhilft. Man darf jedoch nicht zu stark erhitzen, weil sonst zu viel Phosphordampf übergeht.

Hat sich die Abzugsflasche *b* bis zu ihrem Anzeigestriche mit Oel gefüllt, so schließt man den Hahn *g*, und läßt den Apparat erkalten. Man wartet auf diese Art am Besten 1/4 Stunde, damit sich der in *a* enthaltene Stickstoff mit dem Druck der Atmosphäre ins Gleichgewicht setzt. Das abgewischte Phosphoreudiometer *e* wird dann gewogen und man erhält so die Sauerstoffmenge dem Gewichte nach. Kennt man den Rauminhalt der Abzugsflasche bis zu dem Anzeigestriche, den Thermometer- und den auf 0° C. reducirten Barometerstand, wie er am Schlusse des Versuchs war, so sind alle Werthe, nach denen die Analyse berechnet werden kann, gegeben.

Man muß nun zweierlei verschiedene Verhältnisse in allen Gasanalysen, Volumen- und Gewichtsprocente unterscheiden. Kennen wir das durch den Versuch gefundene Gewicht des Sauerstoffes, den Barometerstand und die Temperatur am Schlusse des Versuchs, so berechnet man das Volumen des Sauerstoffs mittelst einer eigenen Formel. Da das Volumen des Stickstoffs bekannt ist, so hat man dann den Rauminhalt der untersuchten trockenen und kohlensäurefreien Atmosphäre. Die Volumenprocente ergeben sich hiernach von selbst.

Anhang Nr. 71.

Will man die Gewichtsprocente bestimmen, so muß man das bekannte Stickstoffvolumen nach einer anderen Formel auf Gewichtswerthe zurückführen. Da wir aber das Sauerstoffgewicht durch den Versuch gefunden haben, so hat man alle Zahlen, welche die ferneren Bestimmungen fodern.

Anhang Nr. 72.

Ist man in der Handhabung des Phosphoreudiometers hinreichend geübt und beobachtet man alle geschilderten Vorsichtsmaaßregeln, so fallen die Fehlerquellen so gering aus, daß sie meist noch nicht $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$ eines Procentes für Atmosphärenanalysen betragen. Der Phosphorgebrauch hat aber den Nachtheil, daß man höchstens 1 bis 2 Liter Luft auf ein Mal untersuchen kann. Man bemühte sich daher, diesen Uebelstand durch die Anwendung von Metallen zu vermeiden.

Brunner bediente sich schon zu seinen Untersuchungen des Eisens und des Kupfers. Werden diese Metalle glühend erhalten, so ziehen sie allen Sauerstoff eines durchstreichenden Luftstromes an. Die Gewichtszunahme giebt hier wieder das gesuchte Resultat.

Man wählt am besten frische Kupferspäne, die man sich auf der Drehbank oder mit der Feile bereitet. Manche Forscher leiten auch einen Strom von Wasserstoff durch glühendes Kupferoxyd. Der Wasserstoff bemächtigt sich dann allen Sauerstoffes, bildet mit ihm Wasser, das als Dampf davongeht, und hinterläßt das Kupfer in metallischem Zustande. Dieses Verfahren ist deshalb gefährlich, weil bisweilen Wasserstoff auf dem Wege der Adhäsion an den Kupfertheilchen hängen bleibt, bei dem späteren Glühen aber davongeht und unrichtige Werthe erzeugt.

Die Kupferspäne kommen in die Fig 173. abgebildete Röhre. Man bringt etwas ausgeglühten Asbest in den hintersten Theil der Kugel *b* und füllt sie und das Stück *a* mit Kupferspänen. *c* und *e* bleiben leer; *d* dagegen erhält etwas Asbest mit Schwefelsäure, damit die Wasserdämpfe, die etwa noch das Kupfer entläßt, zurückgehalten werden.

Fig. 173

a b c d e

Ist *e* an die Einzugsröhre des Aspirators befestigt und hat man ein Kalkeudiometer vor *a* gelegt, so läßt man wieder Flüssigkeit aus dem Aspirator ablaufen, um sich von der Durchgängigkeit des Apparates zu überzeugen. Man schließt ihn von Neuem, macht den vordersten Theil von *a* glühend und zieht nun in die Maaßflasche ab. Wird das Kupfer schwarz, so geht man mit der Glühlampe von *a* nach *d* weiter. Es versteht sich von selbst, daß *c* so lang sein muß, daß selbst das Erhitzen von *b* die Kugel *d* kalt läßt. Man würde sonst Schwefelsäure auf dem Wege der Verdunstung verlieren und zu kleine Werthe erhalten Ist der größere Aspirator, den man bei diesen Versuchen braucht, mit Wasser gefüllt, so muß man das mit Wasserdunst gesättigte Abzugsvolumen des Stickstoffes auf das trockene Gas reduciren.

Anhang Nr. 18.

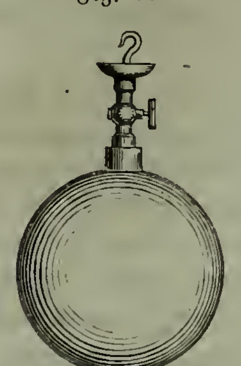
Die Anwendung der Aspiratoren und der Abzugsflaschen hat den Nachtheil, daß man von der Bestimmung des Rauminhaltes dieser Behälter, dem Barometerstande und der Temperatur abhängt. Alle Fehlerquellen, welche diese Werthe enthalten, drücken sich auch in dem Endergebnisse aus. Dumas und Boussingault [1]) suchen daher den Uebelstand durch ein anderes Verfahren zu vermeiden.

---

[1]) Dumas und Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome III Paris. 1841 8. pag 257 fgg.

Sie pumpen einen mit einem Hahn versehenen Ballon, Fig. 174., mit der Luftpumpe aus und bestimmen seine Gasspannung, wenn er nicht vollkommen leer gemacht werden kann. Das Ganze wird dann gewogen. Da sich aber leicht Wasserdünste an eine so große Masse im Augenblicke absetzen, so wiegen ihn Dumas und Boussingault in einem unter der Wage angebrachten Behälter, in dem mit Chlorcalcium versehene Schaalen aufgestellt sind. Die Kupferröhre wird ebenfalls vor dem Tariren ausgepumpt. Sie enthält also nur Stickstoff am Schlusse des Versuchs.

Fig. 174.



Denken wir uns nun, der Ballon sei mit der Kupferröhre und dem Kalkeudiometer verbunden, so braucht man nur das Kupfer glühend zu machen und den Hahn zu öffnen. Die Atmosphäre wird dann von selbst in den luftverdünnten Ballon einstreichen.

Die Kupferröhre enthält dann den Sauerstoff und einen kleinen Theil des Stickstoffes. Pumpt man den letzteren aus, so erhält man den Sauerstoff allein. Die Gewichtszunahme des Ballons giebt dann den übrigen Stickstoff. Man findet so den Sauerstoff und den Stickstoff in Gewichtszahlen.

Will man die Luft eines entfernt gelegenen Ortes untersuchen, so braucht man nur daselbst den Hahn eines ausgepumpten Ballons zu öffnen und von Neuem zu schließen. Der Behälter wird später bei der Analyse vor dem Kalkeudiometer angebracht. Der Barometerstand und die Temperatur müssen hier für die Zeit des Einsammelns berücksichtigt werden.

Dieses mühevolle Verfahren giebt in manchen Fällen etwas genauere Werthe, wenn man bedeutendere Luftmengen untersucht. Da man aber ungefähr 50 bis 60 Grm. Kupferspäne für je 1 Liter Luft nehmen muß, so erhält man so schwere Apparate, daß man nicht ohne die vorzüglichsten Wagen zum Ziele kommt und sich selbst dann fast eben so große Unrichtigkeiten, als bei dem einfacheren Gebrauche des Phosphoreudiometers, einschleichen. Man steht überdieß noch in der Gefahr, daß kleine Sauerstoffmengen durch die zwischen dem Kupfer und den Glaswänden befindlichen Lücken davongehen.

Dupasquier[1]) hat noch in neuerer Zeit das Eisenoxydulhydrat und Lassaigne[2]) das Kupferoxydul-Ammoniak zur Sauerstoffbestimmung empfohlen. Künftige Erfahrungen müssen aber noch in der Hinsicht das Nähere feststellen.

Die früheren Chemiker glaubten gefunden zu haben, daß die atmosphärische Luft gerade 21 Volumenprocente Sauerstoff und 79% Stickstoff enthalte. Die neueren genaueren eudiometrischen Prüfungen haben aber mit Bestimmtheit gezeigt, daß dieses nicht der Fall ist. Der Sauerstoffgehalt ist etwas geringer und die Menge des Stickstoffes größer. Dumas und Boussingault nahmen an, daß die von ihrem Wasser, nicht aber von ihrer Kohlensäure befreite Atmosphäre 23% Sauerstoff und 77% Stickstoff dem Gewichte nach enthält. Da aber noch im Durchschnitt 0,05% Kohlensäure außerdem vorhanden sind, so kann dieses einfache Procentverhältniß für die trockne und kohlensäurefreie Atmosphäre nicht gelten. 1326

Bedenken wir überdieß, daß die Natur die chemischen Verbindungen nach bestimmten Grundzahlen und nicht nach Procentwerthen zusammen- 1327

[1]) Dupasquier, in den Annales de Chimie et Physique. Troisiéme Série. Tome IX. Paris, 1843. 8. p. 247.
[2]) Lassaigne, l'Institut. Nro. 527. 1845.

setzt, so müssen uns nur zweierlei Vorstellungen möglich erscheinen. Die Luft bildet entweder ein bloßes Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff oder diese beiden Körper stehen ursprünglich in einem einfacheren Verhältnisse zu einander.

1328 Nehmen wir an, es kämen 3 Gewichtstheile Sauerstoff auf 10 Stickstoff oder 13 Atmosphäre, so müßte der Sauerstoff 23,077% und der Stickstoff 76,923% dem Gewichte nach ausmachen. Gleicht die Eigenschwere des Sauerstoffes 1,10563 und die des Stickstoffes 0,97137, so erhalten wir 20,87% Sauerstoff und 79,19% Stickstoff für das Volumen. Die oben genannten Werthe der Eigenschwere weichen mithin dergestalt von einander ab, daß im Ganzen ein Ueberschuß von 0,06% herauskommt.

Neun der besten Atmosphärenanalysen, die ich im Juni und Juli 1845 und im Januar 1846 anstellte, gaben im Mittel 23,04 Gewichtsprocente Sauerstoff für kohlensäure- und wasserfreie Atmosphäre. Wir werden bald sehen, daß diese Zahl mit den Durchschnittswerthen der genauesten Atmosphärenanalysen übereinstimmt. Sie weicht nur um 0,04% von der oben erwähnten hypothetischen ab. Diese Größe liegt aber noch lange innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Die 0,05% Kohlensäure, welche die Luft im Durchschnitt führt, enthalten überdieß 0,036% Sauerstoff. Wollte man diese hinzurechnen, so hätte man fast genau den theoretischen Werth.

1329 Da die organische Welt die Atmosphäre fortwährend verändert, so sollte man auf den ersten Blick glauben, daß dieses wesentlich auf ihre chemische Zusammensetzung einwirken wird. Es ließe sich erwarten, daß die Luft in einem Walde sauerstoffreicher und in einer Stadt sauerstoffärmer sein wird, weil die Pflanzen am Tage Sauerstoff frei machen, die Thiere dagegen diesen aufnehmen.

Bedenken wir aber, wie gering die Wirkungen der organischen Wesen in Verhältniß zu der Masse der Atmosphäre ausfallen, wie fortwährende Luftzüge und Winde die Luftmassen mischen, so erklärt es sich, weshalb diese Unterschiede noch weit innerhalb der Fehlergrenzen der genauesten Analyse fallen. Es ist nur in diesem Sinne zu nehmen, wenn man sagt, daß die Atmosphäre die gleiche Zusammensetzung an den verschiedensten Orten darbietet.

Stellen wir uns z. B. die Mittelwerthe, die eine Reihe der neueren Forscher erhalten hat, zusammen, so ergiebt sich:

	Ort.	Bestandtheile der Luft.				Beobachter.
		Volumenprocente.		Gewichtsprocente.		
		Sauerstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	
I.	Bern. Chemisches Laboratorium . . .	20,815	79,185	23,014 (od. nach den älteren Dichtigkeitswerthe des Sauerstoffes = 1,1026 die Zahl 22,957.	76,986	Brunner [1]).
II.	Paris. Chemisches Laboratorium des Pflanzengartens .	20,816	79,184	23,015	76,985	Dumas und Boussingault [2]).
III.	Brüssel	20,856	79,144	23,06	76,94	Stas.
IV.	Gröningen . . .	20,794	79,206	22,99	77,01	Verver.
V.	Copenhagen. Hof der polytechn. Schule .	20,817	79,183	23,016	76,984	Levy [3]).
VI.	Elsinör	20,836	79,164	23,037	76,963	Derselbe.
VII.	Bern Anatomie und Exercirplatz . . .	20,839	79,161	23,04	76,96	Ich.
VIII.	Faulhorn im Berner Oberland. 2654 Meter hoch. Im Jahre 1832	20,857	79,143	23,060	76,940	Brunner.
IX.	Desgleichen . .	20,775	79,125	22,970	77,030	Dumas und Boussingault.

Der größte (Nr. III. und VIII.) und der kleinste Werth (Nr. IX.) weichen nur um 0,08% bis 0,09% ab. So viel ich weiß, bezieht sich bloß die von mir gefundene Mittelzahl (Nr. VII.) auf wasser- und kohlensäurefreie Atmosphäre. Die übrigen Forscher scheinen nur das Gas getrocknet zu haben. Nimmt man an, daß es im Durchschnitt 0,05 Volumenprocente betrug, so muß dieses natürlich vom Stickstoff abgezogen werden. Man hälte dann 99,95 statt 100% Gas. Die Sauerstoffwerthe der Volumina fielen hiernach um 0,01% geringer aus.

Es versteht sich von selbst, daß die einzelnen Analysen der Luft um mehr als diese Mittelwerthe von einander abweichen. Den geringsten Unterschied erhielt Levy [4]) für die Atmosphäre von Copenhagen. 5 Analysen gaben nur 0,06% Verschiedenheit. Die Werthe der übrigen Beobachter lagen in dieser Hinsicht zwischen 0,1 bis 0,4%, d. h. zwischen so bedeutenden Grenzen, daß wahrscheinlich dabei die Fehlerquellen des Verfahrens den größten Antheil haben. Die oben erwähnten 9 Analysen von mir schwankten von 22,95 und 23,14%, mithin um 0,19%.

Manche Oertlichkeiten scheinen einen bedeutenderen Wechsel des Sauerstoffgehaltes zu bedingen. Levy [5]) erhielt z. B. für die nach Paris ge- 1330

[1]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome III. Paris, 1841. 8. p. 317.
[2]) Ebendaselbst, pag. 257 fgg.
[3]) Ebendaselbst, Tome VIII. Paris, 1843. 8. pag. 443.
[4]) Levy, a. a. O. pag. 448.
[5]) Ebendaselbst, Tome VIII. pag. 458.

sandte Luft von Guadeloupe 22,67 bis 23,14%. Ein Unterschied von 0,47% kann aber kaum bei dem von ihm angewandten Verfahren in den Analysenfehlern selbst liegen.

1331 Wir haben schon früher (§. 155.) gesehen, daß die von vielen Gewässern verschluckte Atmosphäre sauerstoffreicher ist.[1] Es wird daher die, welche sich über dem Meere befindet, so lange nicht Winde oder andere Verhältnisse das Ganze stören, sauerstoffarmer erscheinen. Strichen Nord- oder Nordostwinde über die Nordsee, so erhielt Levy[2]) nur 22,58 bis 22,62%. Die Werthe schwankten dagegen zwischen 22,59 und 23,12, wenn Südwinde, sei es ausschließlich oder theilweise, herrschten.

1332 Ein größerer Kohlensäuregehalt der Luft setzt zwar natürlich die absoluten Procente des Sauerstoffgases herab. Berechnet man aber die Werthe für kohlensäure- und wasserfreie Atmosphäre, so erhält man nicht immer weniger Sauerstoff, als sonst. Ein uns nahe liegendes Beispiel kann dies erhärten.

Die Thür und das Fenster einer nicht sehr großen anatomischen Küche, die zwei ganze präparirte Leichen, vier obere und zwei untere präparirte Extremitäten, einen Kopf und ein Becken enthielt, blieb von 5 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens verschlossen. Der Kamin stellte allein die Verbindung mit der äußeren Luft her. Der süßliche Fäulnißgeruch fiel im Zimmer auf der Stelle auf. Der Kohlensäuregehalt der Luft war auf 0,186% gestiegen.

Glich nun der auf 0° C. reducirte Barometerstand 713,90 Mm. und die Temperatur + 5°5 C., so erhielt ich 23,09% Sauerstoff. 14 Tage früher gab die freie Luft 23,03 und 4 Tage später 23,07%.

Moyle[3]) giebt an, daß die Luft nur 14,5 bis 18,5 Volumenprocente Sauerstoff in den englischen Bergwerken führt. Leblanc[4]) fand ebenfalls weniger Sauerstoff in den französischen Kohlenminen. Einige ältere Forscher glaubten annehmen zu können, daß die Luft in größeren Höhen anders, als in der Tiefe beschaffen sei. Die Luft, die Gay-Lussac in einer Höhe von 6961 Meter bei seiner aerostatischen Reise auffing, führte 21,65% Sauerstoff. Dalton fand in Manchester 20,88 bis 21,10%, auf der Wengernalp 20,45 und auf dem Simplon 19,38%. Es frägt sich jedoch sehr, ob nicht hier die früheren unvollkommenen Untersuchungsmethoden täuschten. Die neueren Analysen der Atmosphäre des Faulhorns (§. 1329) unterstützen diese Vermuthung in hohem Grade.

Boussingault fand 20,65% in Santa Fé de Bogota (2650 Meter Höhe), 20,70% auf Ibaqué (1323 Meter) und 20,77% in Mariquita (548 Meter).

1333 Die Atmosphäre enthält immer geringe Mengen von Kohlensäure. Die verschiedenen vulkanischen Processe und ähnliche Erscheinungen der unorganischen Natur, die Fäulniß der organischen Wesen, die Lebensthätigkeiten der Thiere und zum Theil der Pflanzen entbinden dieses Gas. Reißen aber die Pflanzen die Kohlensäure im Sonnenlichte an sich, wäh-

---

[1]) Ueber die im Meerwasser enthaltenen Gase s. Morrén, Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XII. Paris, 1844. 8. pag. 199. u. Levy, Ebendaselbst. Tome XVII. pag. 5 — 23.

[2]) Levy, a. a. O. Tome VIII. pag. 449.

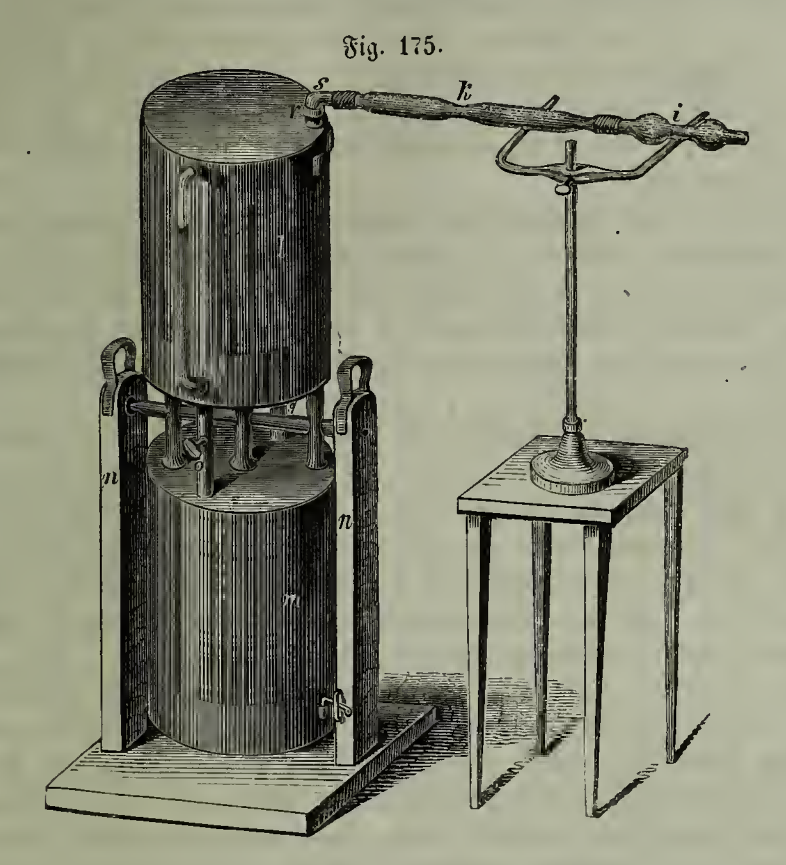
[3]) Moyle, in den Annales de Chimie. Tome III Paris, 1841. 8. p. 318 — 333.

[4]) Leblanc, Ebendaselbst. Tom. XV. p. 488 — 498

rend sie dafür Sauerstoff entbinden, so können sie gewissermaßen als Luftreiniger betrachtet werden.

Da die Atmosphäre geringe Mengen von Kohlensäure führt, so muß man größere Luftmassen untersuchen, wenn man irgend sichere Werthe erhalten will. Ich gebrauche zu diesem Zwecke einen Brunner'schen Aspirator, dessen Behälter *l*, Fig. 175, etwas

Fig. 175.



mehr, als 21 Liter hat. Die beiden Röhren, die mit den Hähnen *o* und *q* versehen sind, stellen die Verbindung mit dem unteren etwas größeren Cylinder *m* her. *o* ist ein einfacher Hahn. Wird er geöffnet, so läuft das Wasser von *l* nach *m* ab. *q* dagegen bildet einen Guericke'schen Winkelhahn. Geht der Aspirator, so muß er so eingestellt sein, daß die eine Oeffnung nach *m* und die andere nach außen sieht. Die aus *m* verdrängte Luft streicht durch sie heraus. Ist der Strom sehr schwach, so nimmt man ihn wahr, wenn man die befeuchtete Hand vor die Oeffnung hält. Ist alles Wasser von *l* nach *m* abgelaufen, so dreht man das Ganze um *n*, so daß *m* oben und *l* unten kommt, und stellt den Winkelhahn passend ein.

Man setzt nun eine winkelige Einzugsröhre *s* in die Mündung r hermetisch ein und kittet an diese ein Kalkeudiometer *k* (§. 1325.) und eine Asbest-Schwefelsäureröhre *i* (§. 1302.). Die Gewichtszunahme von dieser giebt die Menge des in der Luft enthaltenen Wassers und die von jener die Quantität der Kohlensäure.

Da die in *l* eingezogene Luft mit Wasserdampf für ihre Wärme gesättigt ist, so muß man ihr Volumen oder ihr Gewicht auf trockene Luft zurückführen. Man kann sich auch Formeln entwickeln, welche diese Verbesserung berücksichtigen und gleichzeitig die Kohlensäureprocente dem Volumen oder dem Gewichte nach angeben. (Anhang Nr. 19. — Anhang Nr. 73. u. 74.)

1334 Saussure, der 225 Beobachtungen über den Kohlensäuregehalt der Luft in und bei Genf anstellte, fand 0,0315 bis 0,0574 und im Durchschnitt 0,042 Volumenprocente. Brunner und ich kamen auf ähnliche Werthe

für Bern, Boussingault, Thénard und Levy für Paris und Verver für Gröningen.

1335 Wird die Luft der Ausdünstung vieler Menschen wegen oder aus irgend einem andern Grunde mit Kohlensäure geschwängert, so muß sich diese nach physikalischen Gesetzen in dem Raume gleichförmig zu vertheilen suchen. Es ist ein Irrthum, wenn man glaubt, daß sie nothwendiger Weise als schwerere Gasart unten bleibe. Die unteren Schichten erhalten nur dann einen Ueberschuß dieses Gases, wenn der Zufluß von unten her Statt findet und die Geschwindigkeit desselben die Schnelligkeit der Vertheilung übertrifft.

Haben wir ein geschlossenes Zimmer, in dem die Athmung von Menschen Kohlensäure bereitet, so werden bald die der Decke nahe liegenden Luftschichten fast eben so viel Kohlensäure, als die, welche an den Boden grenzen, enthalten. Befindet man sich im Freien, so wird die Vertheilung noch leichter eintreten und der Unterschied sich nicht selten in hohem Grade verkleinern.

1336 Boussingault[1]) fand z. B. 0,082 für den Hof des Collége de France in Paris und Levy 0,030 für Andilly bei Montmorency. Ein anderes Mal dagegen ergaben sich 0,0413 für Paris und 0,0414 für St. Cloud. Untersucht man die Luft eines mäßig großen Zimmers, in dem sich nur ein oder mehrere Personen befinden, so steigert sich bald der Kohlensäuregehalt. Ist der Ofen geheizt, so erhöht sich der Werth noch leichter. Man erhält dann nicht selten 0,06 bis 0,0,8 %.

1337 Marchand[2]) giebt an, daß er in einem engen und dichtbewohnten Theile Berlins 0,052% und auf einem Thurme, dessen Beobachtungsort 58 Meter höher lag, 0,037% betrug. Der Kohlensäuregehalt wäre dagegen nach Saussure auf Bergen etwas größer, als in der Ebene.

1338 Bleibt ein Mensch oder ein Thier in einem hermetischen Raume eingeschlossen, so schwängert er bald die Luft in solchem Grade mit Kohlensäure, daß Erstickungsgefahr eintritt. Gährungs- und Fäulnißerscheinungen (§. 380. fgg.) können ähnliche Erfolge nach sich ziehen. Viele Verhältnisse des gewöhnlichen Lebens vergrößern den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre in geringerem Maaße.

1339 Leblanc[3]) hat in dieser Hinsicht die Luft in verschiedenen Gebäuden von Paris verglichen. Die nachfolgende Tabelle giebt uns die wichtigsten Resultate dieser Bemühungen.

---

[1]) Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. T. X. Paris, 1844. 8. pag. 456 fgg.

[2]) R. F. Marchand, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Berlin, 1844. 8. S. 444.

[3]) Leblanc, in den Annales de Chimie et Physique, Troisième Série. Tome IV. Paris, 1842. 8. p. 223 fgg.

Oertlichkeit.	Kohlensäure-procente.	Sauerstoffprocente dem Gewichte nach.	Capacität des Raumes in Cubikmetern.	Zahl der Individuen	Dauer des Aufenthaltes nach d. Schlusse des Raumes in St.	Auf 1 Individ. kommendes Luftvolumen in Cubikmetern.
Büffon'sches Treibhaus im Pflanzengarten, Aequinoctialpflanzen enthaltend. Abends.	0,00	23,01	273,7	—	mindestens 12 Stund.	—
Dasselbe des Morgens . . .	0,01	22,96	—	—	—	—
Chemisches Amphitheater der Sorbonne vor Dumas Vorlesung. Bei offenen Thüren.	0,65	22,43	1000	400?	½	—
Dasselbe nach der Vorlesung bei offenen Thüren . . .	1,03	21,96	1000	900	1½	0,74
Schlafzimmer in der Salpetrière mit schlecht geschlossenen Thüren und Fenstern, dumpfer Atmosphäre und übelem Geruch	0,80	22,52	611,1	55	8¼	1,4
Saal einer Primarschule mit unvollkommener Ventilation	0,47	—	721	180	4	—
Desgl. Alles verschlossen . .	0,87	—	721	180	4	—
Deputirtenkammer, theilweise gelüftet	0,25	—	5000	600	2½	—
Verschlossener Stall . . .	0,105	22,25	339,5	9 Pferde	7¼	4,7
Ventilirter Stall	0,22	22,92	2980	57 Pferde	8	—

Die Luft der geschlossenen Räume der hiesigen Anatomie ergab mir ähnliche Werthe. Ich erhielt z. B. 0,18 bis 0,19% Kohlensäure für die früher (§. 1332.) erwähnte anatomische Küche, in der zahlreiche Leichenstücke angesammelt waren. Waren gerade 11 Personen mit der Zergliederung zweier vollständigen Leichen, einer Extremität und eines Fuchses beschäftigt, und rauchten drei von ihnen, so fanden sich 0,109% Kohlensäure für die Luft des sehr geräumigen Präparirsaales. 1340

Die übrigen Beimischungen der Atmosphäre (§. 188.) wechseln den Ortsverhältnissen nach in hohem Grade. Die reine Luft führt sie aber in so geringen Mengen, daß ihre Ermittelung mit den größten Schwierigkeiten verbunden, wo nicht unmöglich ist. Dieses gilt z. B. von dem Kohlenwasserstoff und den organischen Verbindungen, die in der Atmosphäre vorkommen. 1341

Da die Fäulniß Ammoniak entbindet, so muß dieses Gas der Atmosphäre fortwährend mitgetheilt werden. Bedenkt man aber, mit welcher Begierde es von dem Wasser aufgenommen wird, so kann man sich vorstellen, daß es bald in die Wolken, die Flüsse und Seen übergeht. Das Regenwasser, die meisten Brunnen- und selbst einzelne Quellwässer führen Ammoniak. Es gelingt jedoch nicht immer, es in der Atmosphäre selbst bei sehr heiterem Wetter mit empfindlichen Reagentien nachzuweisen. 1342

Die gangbarste Methode, das Ammoniak zu ermitteln, stimmt mit dem Verfahren, das zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes organischer Körper dient (§. 371.), überein. Man läßt den Luftstrom durch Salzsäure streichen und sucht so das Ammoniak als Salmiak zu binden. Das Ganze wird dann mit einer wässerigen oder besser einer weingeistigen Lösung von Platinchlorid vermischt, bei sehr niederer Wärme zum trockenen Rückstand verdunstet und von Neuem mit einer Mischung von zwei Theilen absoluten Weingeistes und einem Theile Schwefeläther behandelt. Sie nimmt das Platinchlorid auf, läßt hingegen den Platinsalmiak ungelöst zurück.

Dieses Verfahren kann irre führen, wenn es sich um so kleine Mengen, wie bei dem Ammoniakgehalte der Atmosphäre handelt. Die Lösung des Platinchlorids in absolutem Weingeist reducirt sich sehr leicht. Ließ ich 180 Liter Atmosphäre durch eine Mischung, die 0,930 Grm. Platinchlorid auf 15,650 Grm. absoluten Weingeistes, mithin 5,6% Platinchlorid enthielt, streichen, so schwärzte sich das Ganze binnen Kurzem und es schlug sich bald darauf Platinmohr nieder. Stand eine Mengung von zwei Theilen absoluten Alkohols mit einem Theile Aether, die Platinchlorid aufgelöst hatte, mehrere Tage im Zimmer, so setzte sich ebenfalls Platinmohr ab. Verdampft man eine weingeistige Lösung des Platinchlorids bei noch so niederer Wärme, z. B. bei 40° bis 50°, so erhält man zwar keinen schwarzen Rückstand. Was aber übrig bleibt, ist dunkler gefärbt, als der reine Platinsalmiak. Behandelt man es von Neuem mit zwei Theilen absoluten Weingeistes und 1 Theil Aether, so hinterläßt es einige Milligramm ungelöst. Man kann daher glauben, daß man Spuren von Ammoniak hat, wo dieses wahrscheinlich nicht der Fall ist.

Graeger [1]) giebt an, daß er 0,6148 Theile kohlensaures Ammoniak in einer Million Lufttheilen auf dem oben geschilderten Wege erhalten habe. Ich erhielt ebenfalls 0,00000466 berechneten Ammoniakgewichts auf ein Gewichtstheil Luft nach demselben Verfahren. Die mittlere Wärme des trockenen und schönen Augusttages, an dem der Versuch auf dem Berner Exercirplatze vorgenommen worden, glich 18°26 C. im Durchschnitt aus 8 von halbe Stunde zu halbe Stunde vorgenommenen Bestimmungen. Ich kann jedoch nicht der eben angeführten Zahl der früher erwähnten Gründe wegen mit Sicherheit vertrauen.

Eine wäßrige Auflösung von Chlorzink diente mir nach dem Rath von Pagenstecher zu Gegenversuchen. Ist sie vollkommen klar filtrirt, so bildet sie eines der empfindlichsten Reagentien auf Ammoniak. Es erzeugt sich ein weißer, flockiger Niederschlag von reinem oder kohlensauerem Zinkoxyd, je nachdem man reines oder kohlensaueres Ammoniak durchgeleitet hat. Ist die Lösung mit einem Korkzapfen verschlossen, so schlägt sich mit der Zeit ein weißes körniges Pulver von selbst nieder.

Ich zog im August 256 Liter Luft des erwähnten Exercirplatzes durch eine Chlorzinklösung langsam durch. Der Westwind, der gerade wehte, ging, ehe er zu uns gelangte, über die Stadt. Einzelne Regenwolken standen nach dieser Seite zu am Himmel. Der übrige Himmel dagegen war klar und heiter. Die Chlorzinklösung zeigte auch nicht eine Spur von Trübung. Mischte ich nun 1 Theil gewöhnlichen kaustischen Salmiakgeistes mit ungefähr 15 bis 20 Theilen destillirten Wassers und setzte das Gefäß, das es enthielt, unter die Einzugsröhre, so erzeugten sich reichliche weiße Flöckchen, so wie nur kaum 200 bis 300 Cubikcentimeter Luft in den Aspirator eingesogen worden waren.

Ein einfaches Mittel kann die Empfindlichkeit der Chlorzinklösung für kohlensaueres Ammoniak anschaulich machen. Athmet man durch sie mittelst eines Mundstückes durch, so trübt sie sich nicht, wie wir noch später ausführlicher sehen werden. Füllt man aber den Mund mit Cigarrenrauch und treibt ihn durch die Vorrichtung, so erhält man bald reichliche weiße Flocken.

Der Ammoniakgehalt des Regenwassers läßt sich ebenfalls bald darthun. Ich reinigte ein großes Glas mit destillirtem Wasser, das nicht auf Chlorzink reagirte, und hing es während des Regens an einer langen Stange zum Fenster hinaus, so daß die Wassertropfen weder von dem Dache hineinflossen, noch von dem Boden oder der Haltstange zurückschlugen. 68 Grm. dieses Wassers gaben schon reichliche weiße Flöckchen

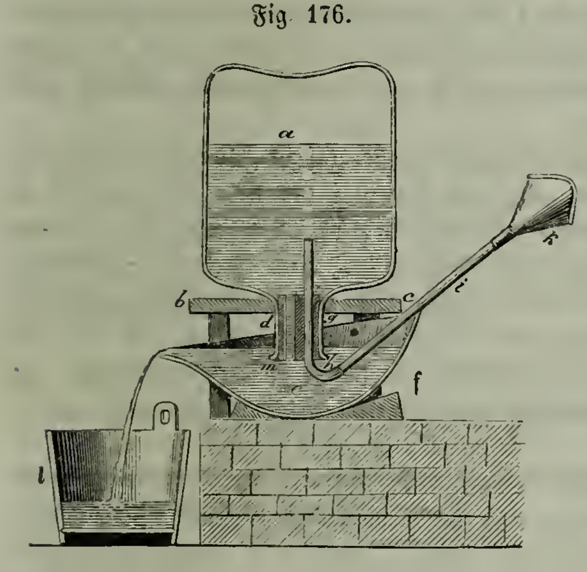
[1]) Journal de Pharmacie et de Chimie. Paris, 1846. 8. Août. p. 197.

mit der Chlorzinklösung. Fällte ich das überschüssige Chlorzink mit Ammoniak aus und filtrirte das Ganze, so erzeugte noch kleesaueres Ammoniak eine schwache Trübung. Es konnte daher möglicher Weise ein Theil der Wirkung von Kalk herrühren.

Mengen der ausgeathmeten Luft. — Es versteht sich von selbst, daß sie mit Verschiedenheit der Personen und der Zustände in hohem Grade wechseln. Alle Werthe, die sich hier ermitteln lassen, haben nur eine ungefähre Gültigkeit. 1343

Das einfachste Verfahren besteht darin, daß man durch Messung bestimmt, wie viel Luft innerhalb einer Zeiteinheit, z. B. einer Minute, aus den Lungen getrieben wird, oder wie viel Zeit nöthig ist, um einen Behälter von bekanntem Rauminhalt mit dem Ausathmungsgase zu füllen. Diese Bestimmungsweise kann da, wo es sich um keine größere Genauigkeit handelt, gebraucht werden. Soll sie aber scharfe Resultate liefern, so bedarf es einer Reihe besonderer, mühsamer Vorsichtsmaaßregeln.

Fig. 176.



Denken wir uns, der Rauminhalt, der mit dem doppelt durchlöcherten Bleizapfen *m h* geschlossenen Flasche *a*, Fig. 176, sei nach dem Wägungsverfahren (§. 1314.) ermittelt worden, so füllen wir sie mit Flüssigkeit, stürzen sie mit einem Korke geschlossen um, führen sie durch *d g* ein, so daß sie auf dem Joche *b c* ruht. *m h* muß dann der Oberfläche der Sperrflüssigkeit so nahe als möglich liegen, damit keine starke hydrostatische Pressung das Athmen beschwere. *f* ist deshalb schief gestellt, damit sogleich alles überschüssige Wasser nach *l* ablaufe (§. 1321.). Man athmet mit einer Röhre *i*, die ein passendes Mundstück *k* hat u. durch das ein Loch des Zapfens *m h* eingeführt wird, durch, bis die Flasche mit Gas gefüllt ist und bestimmt mit der Secundenuhr die hierzu nöthige Zeit.

Will man irgend annähernde Ergebnisse erhalten, so müssen die in *mh*. angebrachten Oeffnungen groß genug sein, damit sich kein Gegendruck zeige. Man darf nicht Oel als Sperrflüssigkeit wählen, weil dieses die Hälfte mehr Kohlensäure, als reines Wasser verschluckt. Eine Lösung von Kochsalz oder von Chlorcalcium dient hier am Besten (§. 153.). Die in *a* gefüllte Flüssigkeit und das Sperrwasser *e* müssen überdieß die Temperatur der Ausathmungsluft besitzen. Ist dieses nicht der Fall, so erhält man unrichtige Werthe, weil das durchstreichende Ausathmungsgas abkühlt und für einen niederen Wärmegrad mit Wasserdampf gesättigt ist. Der Gebrauch von Gasometern fodert die gleichen Vorsichtsmaaßregeln.

Bestimmte ich die von mir ausgeathmeten Luftmengen auf die eben geschilderte Weise, so erhielt ich die in der folgenden Tabelle verzeichneten Zahlen für 7319,8 C. C. Der auf 0° C. reducirte Barometerstand glich 714,85 Mm. und die Wärme der Einathmungsluft 15° C. Ich verwandte dabei eben so viel Zeit für je eine Einathmung, als jede einzelne Ausathmung. 1344

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Für 7319,8 C C. Ausathmungsgases nöthige Zeit in Secunden.		In einer Minute ausgeathmetes Luftvolumen in Cubikcentimetern.		Zahl der Beobachtungen.
	Grenzwerthe.	Mittel.	Grenzwerthe	Mittel.	
5	48 bis 58	53	9150 bis 7572	8287	2
6	60 — 63	61,5	7320 — 6971	7141	2
12	70 — 72	71	6274 — 6100	6187	2
24	50 — 62	56	8784 — 5950	7052	4
42 bis 55	90 — 65	74	6590 — 4868	5896	4

1345 Erinnern wir uns, daß die ausgeathmete Luft für ihren Wärmegrad mit Wasserdampf gesättigt ist (§. 1322.), so haben wir hierin ein zweites Mittel, die Menge derselben zu bestimmen. Kennt man die Temperatur und den Barometerstand, so lassen sich die Volumina mittelst einer einfachen Formel berechnen. (Anhang Nr. 19.)

1346 Die §. 1304. fgg. angeführten Wasserwerthe, die ich für mein verschieden schnelles Athmen erhielt, können uns als Beispiel dienen. Der auf 0° C. reducirte Barometerstand schwankte während der drei Versuchstage zwischen 705,50 und 708,54 Mm. Das aus den Vor- und Nachmittagsbestimmungen folgende Mittel = 706,62 Mm. ist der Uebersichtstabelle zu Grunde gelegt. Da die Temperaturen der Einathmungsluft von 15° bis 18° C. wechselten, so habe ich die Werthe für 36° und 37°5 berechnet, um zugleich den Einfluß der Wärmeunterschiede anschaulich zu machen.

Zahl der Athemzüge in der Minute.	Für die Minute gefundenes Wasser in Grm.			Ausathmungsluft in Cubikcentimetern. Für 36° C.			Für 37°5 C.		
	Maximum	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
5	0,372	0,250	0,287	10283	6909	7931	9568	6430	7382
6	0,330	0,248	0,297	9122	6854	8207	8488	6379	7639
12	0,305	0,203	0,246	8430	5610	6798	7844	5221	6327
24	0,310	0,205	0,261	8569	5666	7213	7973	5273	6713
36	0,230	0,180	0,197	6358	4974	5444	5915	4630	5067
40	0,212	0,197	0,205	5860	5444	5665	5453	5067	5273

Ist die Temperatur der Ausathmungsluft ermittelt, so bildet dieses zweite Verfahren den genauesten Weg, die Menge der Ausathmungsgase zu bestimmen. Denn die Verschiedenheit der Spannkräfte, die Gay-Lussac, Magnus und Regnault angeben, bedingt nur, wie sich leicht ergiebt, untergeordnete Unterschiede.

Aehnliche Bestimmungen, die ich an 8 Studirenden machte, führten im Ganzen zu 5453 bis 15227 C. C. für 1 Minute. Die Mittelwerthe der einzelnen Personen, unter denen sich zwei sehr kleine und schwächliche und mehrere ausgezeichnet entwickelte junge Leute befanden, lagen zwischen 6250 und 14481 C. C. Der Durchschnittswerth der sämmtlichen 34 Beobachtungen glich 9645 C. C. Lege ich den, den 137 Beobachtungen für meinen Körper ergaben, zum Grunde, so glich mein mittleres Luftvolumen 6,8 Liter in der Minute. Anhang Nr. 65.

1347 Die Gasmenge, die mit einem Athemzuge davongeht, wechselt in hohem Grade mit der Stärke der Athmung und der Zahl der Athemzüge. Betrachten wir z. B. die §. 1346. gegebene Berechnungstabelle und wählen als Belege die für 37°5 C. gültigen Werthe, so haben wir 1476 C. C. für 5 und 132 C. C. für 40 Athemzüge. Wollen wir uns ungefähre Mittelzahlen bestimmen, so bleibt nichts anderes übrig, als ein gewöhnliches ruhiges Athmen zum Grunde zu legen und hiernach die Größen zu berechnen.

Nehmen wir an, daß erwachsene Männer 16 bis 19 Mal in der Minute athmen (§. 1290.), so giebt uns der für jene 8 Studirenden gültige Mittelwerth (§. 1346.) 602 bis 502 C. C. für einen Athemzug. Wir werden daher wenig irren, wenn wir ungefähr die davongehende Gasmenge in runder Zahl zu einem halben Liter anschlagen.

Die einzelnen Größen jener Studirenden hielten sich zwischen 426 und 1414 C. C. Abilgaard gab 59,5 bis 119, Wurzer 119 bis 159, Davy 198 bis 258, Allen und Pepys 327, Dalton 595 und Bostock und Menzies 833 C. C. an [1]). Vierordt [2]) erhielt für seinen eigenen Körper 177 und 699 C. C. als durchschnittliche Grenzwerthe und 507 C. C. als Mittelzahl.

1348 Berechnen wir das Luftvolumen, das mit einer möglichst starken und anhaltenden Ausathmung davongehen kann, nach den §. 1311. angeführten Wassermengen, so finden wir 2 bis 3,8 Liter. Davy erhielt in dieser Hinsicht 3,8, Bostock 3,4 und Thomson 4 Liter. Die Resultate der Beobachtungen, die Herbst an 11 jungen Männern anstellte, hielten sich zwischen 2,4 und 4,84 Liter. Ihr Durchschnittswerth glich 3,3; das aus meinen Erfahrungen folgende Mittel ist 2,8 Liter.

1349 Procentige Mengen der Kohlensäure, des Sauerstoffes und des Stickstoffes der Ausathmungsluft. — Die Atmosphäre, die wir einathmen, schwängert sich in den Lungen mit einer gewissen Menge von Kohlensäure und verliert dafür Sauerstoff, der in das Blut übergeht. Der Stickstoff erleidet dabei gar keine oder nur sehr unbedeutende Veränderungen.

Will man nur die Kohlensäureprocente der Ausathmungsluft erhalten, so füllt man eine Flasche *g*, Fig. 177. (s. S. 564.), deren Rauminhalt auf dem Gewichtswege ermittelt worden (§. 1314.), mit ausgeathmeter Luft (§. 1343.), fügt dann einen mit einem Hahn *a* versehenen Trichter *b* in die eine und eine Asbest-Schwefelsäureröhre *c* in die zweite Oeffnung des Bleizapfens, der *g* schließt. Der tarirte Kalkeudiometer *d* wird an

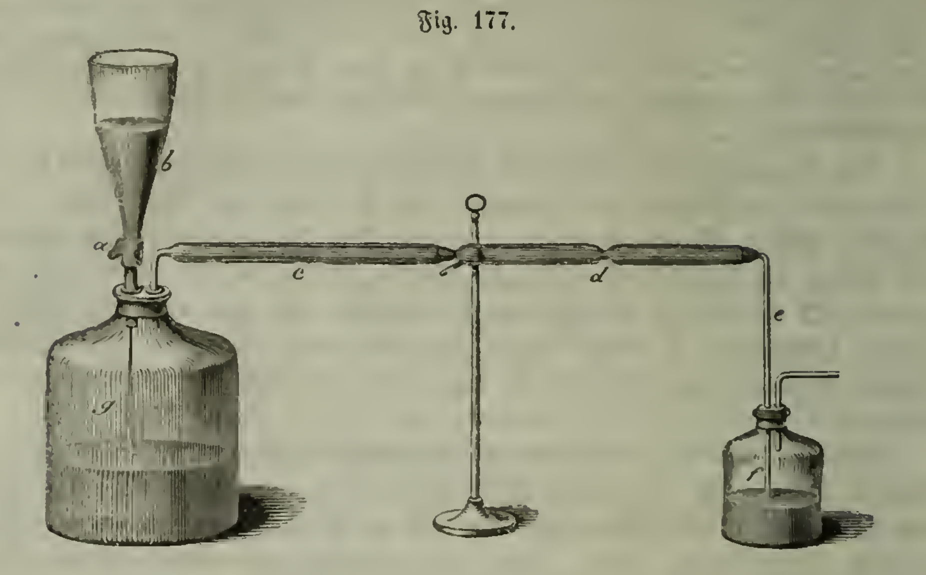
---

[1]) Vergl. C. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. VI. Leipzig, 1840. 8. S. 420.

[2]) Vierordt, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschw. 1844. S. 835. 836.

c (Fig. 177.) gekittet und hinten eine Ausgangsröhre *e*, die in eine mit filtrirtem Kalkwasser gefüllte Woulf'sche Flasche *f* hineinragt, angefügt. Läßt man nun eine

Fig. 177.



gesättigte oder auch nur starke Kochsalzlösung von *b* aus nach *g* hinabströmen, so wird das Gas durch *c*, *d* und *e* geleitet. Die Wasserdämpfe bleiben in *c*, die Kohlensäure in *d* (§. 1325.). Die Woulf'sche Flasche *f* dient zu doppelter Controlle. Sie zeigt die Schnelligkeit, mit der die Luft durchtritt, an, und lehrt, ob in *d* alle Kohlensäure aufgenommen worden. Ist dieses nicht der Fall, so trübt sich das Kalkwasser. Der Versuch ist dann verunglückt.

Der Rauminhalt der Flasche *g* giebt uns das Volumen der untersuchten Luft und die Zunahme des Kalkeudiometers *d* die in ihr enthaltene Kohlensäure dem Gewichte nach. Man kann hieraus die Volumen- und Gewichtsprocente der Letzteren unter Berücksichtigung des Barometer- und Thermometerstandes berechnen.

Anhang Nr. 73 u. 74.

Man darf bei diesem Verfahren den Gasstrom ziemlich rasch durchleiten, ohne daß etwas Kohlensäure verloren geht oder das Kalkwasser getrübt wird. Ein Liter erfodert nicht mehr, als 5 bis 10 Minuten. Da es aber vortheilhaft ist, eine große Luftmenge zur Prüfung zu nehmen, so muß man das Kalkeudiometer so füllen, daß immer noch mit Kali befeuchteter Kalk übrig bleibt. Der Luftstrom tritt von *c* aus vollkommen trocken in *d* ein. Er sättigt sich hier mit Wasserdunst auf Kosten der Kalilösung des vorderen Theiles des Eudiometers und giebt wieder seine Wasserdämpfe an die spätere Schwefelsäure ab. Ist der Kalk mit zu wenig Kaliflüssigkeit durchdrungen, so kann er leicht, wenn er vollständig ausgetrocknet ist, Spuren von Kohlensäure durchlassen.

Das Kalkeudiometer selbst muß an beiden Enden, so lange es nicht an dem Apparate selbst angefügt ist, durch Zapfen fest verschlossen sein. Es kann sonst an Gewicht zu- oder abnehmen, je nachdem seine Schwefelsäure Wasser und sein Kalikalk Kohlensäure aus der Luft anzieht oder sein feuchtes Kali Wasserdämpfe abgiebt.

Ein zweites, ähnliches Verfahren, die Kohlensäure zu ermitteln, soll am Schlusse dieser Darstellung erläutert werden.

Diese Gewichtsbestimmungen der Kohlensäure sind so genau, daß häufig die Beobachtungsfehler weniger, als 0,1% und in jeder irgend gelungenen Analyse kaum 0,2% bis 0,3% betragen. Vierordt [1]) bediente sich eines dem Prout'schen ähnlichen Verfahrens. Die Luft wird in einem durch einen Hahn verschließbaren Behälter gesammelt. Man treibt sie dann in einen Ballon, der mit einer graduirten Röhre verbunden ist und bringt das Ganze mit einer starken Kalilösung in Berührung. Die Luft-

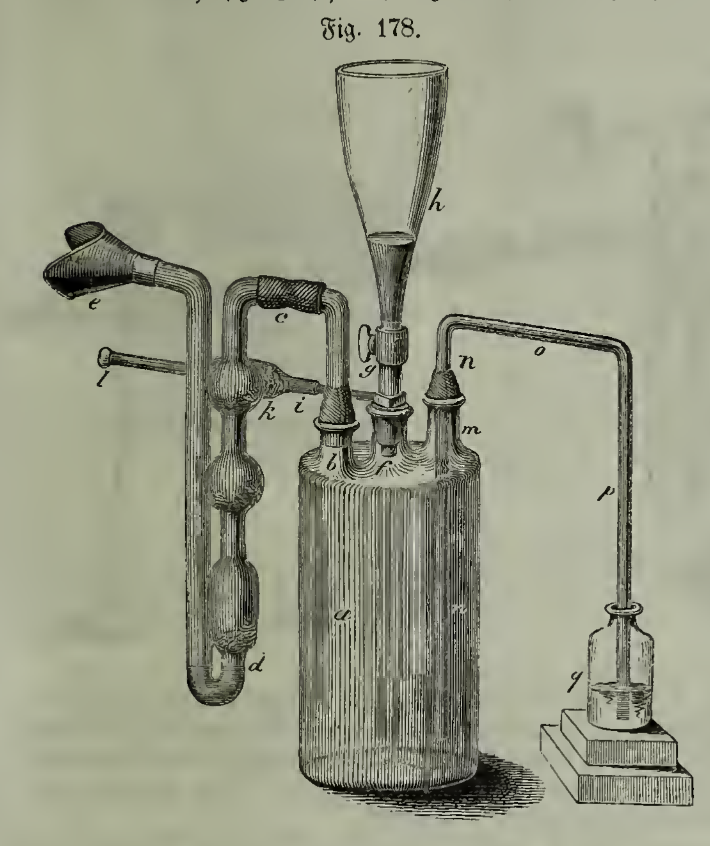
[1]) K. Vierordt, Physiologie des Athmens, mit besonderer Rücksicht auf die Ausscheidung der Kohlensäure. Karlsruhe, 1845. 8 S. 8.

verminderung giebt die Kohlensäuremenge an. Vierordt erhielt auf diesem Wege eben so genaue Resultate, als durch die Gewichtsbestimmungen.

Will man die Kohlensäure, den Sauerstoff und den Stickstoff zugleich verfolgen, so gehört dieses zu den verwickeltesten eudiometrischen Untersuchungen. Man muß durch vorangehende Atmosphärenanalysen, die man mit demselben Apparat vorgenommen hat, hinreichend geübt sein und jede Analyse, in der man sich des geringsten Fehlers bewußt ist, unerbittlich streichen. Geschieht dieses nicht, so täuscht man nur sich und Andere durch unrichtige Zahlen.

Brunner und ich gebrauchten zu diesem Zwecke zweierlei Vorrichtungen. Man nimmt eine dreihalsige Flasche *a*, Fig. 178., die ungefähr 1 bis 1,5 Liter faßt. Eine Röhre ist in *b*, und ein mit einem Hahne *g* versehener Trichter *h* in *f* luftdicht eingekittet. Eine doppelt gekrümmte Röhre *n o p* geht durch den dritten Hals m, und senkt sich in eine offene Flasche *q* ein. Die Röhre, die zu *b* gehört, ist in *c* mit einer Ausathmungspfeife *d*, die ein Athmungsmundstück *e* hat und Asbest mit Schwefelsäure enthält (§. 1302.), verbunden. Das aus Stahl verfertigte Ansatzstück, das zu dem Trichter *h* überführt, hat im Innern einen doppelten Ausweg. Der eine geht nach der Oeffnung des Hahnes *g* und der zweite unter diesem in eine Abzugsröhre, an welche eine Chlorcalcium- oder Schwefelsäureröhre *i k l* luftdicht angefügt wird. Alle Theile sind mit dem früher erwähnten Kitte (§. 1324.), nicht aber durch Gummiröhren verbunden.

Fig. 178.



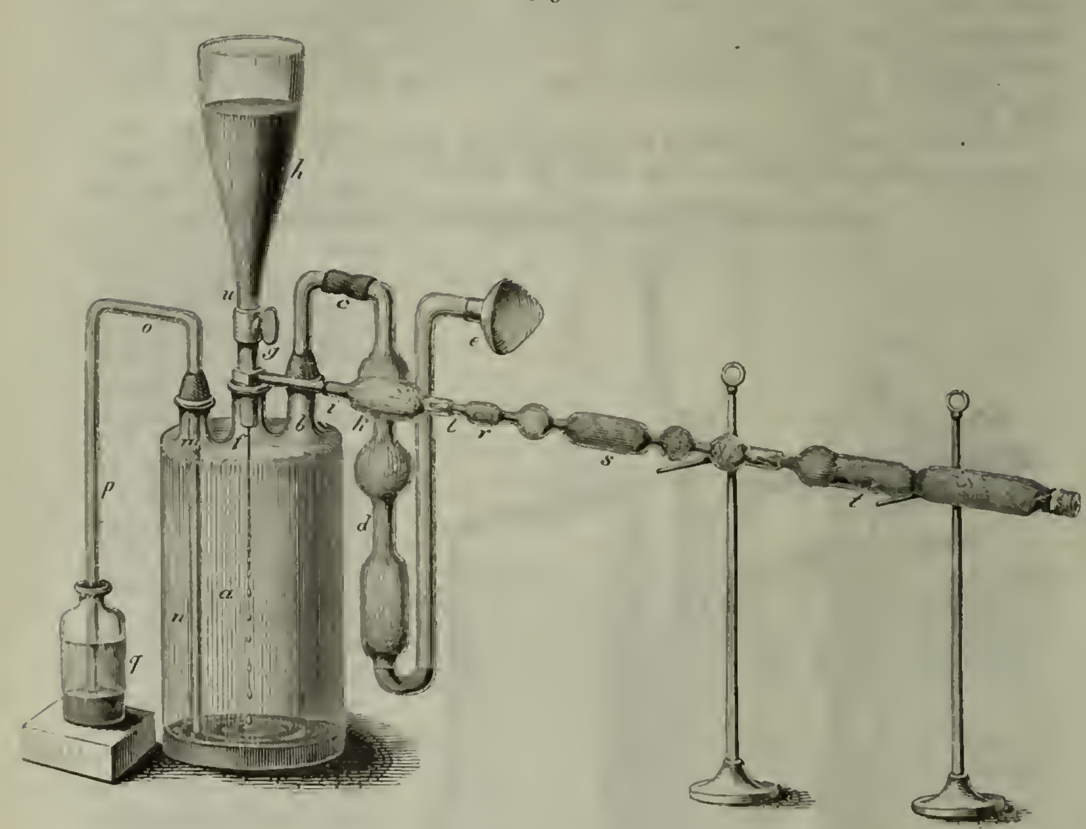
Man verschließt die Röhre *i k l* an ihrem Ende *l* mit Kitt, macht den Hahn *g* zu und gießt in *q* so viel Quecksilber, daß *p* etwas in dasselbe hineinragt. Es steht dann nur das Mundstück *e* mit der Atmosphäre in Verbindung.

Athmet ein Mensch durch *e* durch, so streicht die Luft durch die in *d* befindliche Schwefelsäure und kommt dann vollkommen getrocknet in *a* an. Der Ueberschuß wird durch *n o p* entfernt und tritt mit Geräusch durch das in *q* befindliche Quecksilber. Arbeitet man anf diese Weise ¼ Stunde lang, so kann man sicher sein, daß alle früher in *a* vorhandene Atmosphäre durch Ausathmungsgas verdrängt ist. Lieferte ich auch nur 3 bis 4 Liter in der Minute bei offenen Nasenlöchern, so gäbe dieses 45 bis 60 Liter, mithin 30 bis 40 Mal 1,5 Liter. Der Vergleich der auf diesem Wege erhaltenen Werthe mit dem zweiten Verfahren läßt auch keinen Zweifel übrig, daß man in *a* fast nur Ausathmungsgase hat.

Man verschließt jetzt die Oeffnung des Mundstückes *e* so rasch als möglich mit einem passenden Zapfen, verkittet das Ganze und gießt etwas Quecksilber in *q* nach, damit man hier desto sicherer jeden Gasaustausch verhütet. Die Luft erkaltet jetzt allmählig und man überzeugt sich von dem luftdichten Verschlusse des Ganzen, wenn das Quecksilber in *p* emporsteigt.

Will man nun das in *a* befindliche Ausathmungsgas analysiren, so ändert man den Apparat, so wie es Fig. 179. darstellt. Die Wasserabsorptionsröhre *ikl* wird mit dem

Fig. 179.



Phosphorendiometer *rs* und dieses mit dem Kalkendiometer *t* durch Kitt luftdicht verbunden. Man füllt *h* mit destillirtem Quecksilber, erwärmt den bei *r* befindlichen Phosphor und öffnet den Hahn *g* so weit, daß ein feiner Quecksilberstrahl durch *f* nach *a* hinabläuft. Die verdrängte Luft geht dann durch *iklrst* heraus. Man überzeugt sich auf diese Weise von der Wegsamkeit der beiden Eudiometer.

Ist dieses geschehen, so schließt man *g*, wartet, bis der in *r* befindliche Phosphor erkaltet ist, nimmt das Phosphorendiometer *rs* und das Kalkendiometer *t* ab, reinigt sie von Kitt und tarirt sie. Der Apparat wird hierauf von Neuem zusammengesetzt und ein bestimmtes Maaß Quecksilber von *h* aus in *a* eingelassen. Die Behandlung des Phosphorendiometers ist die gleiche, wie bei den Atmosphärenanalysen (§. 1324.).

Eine Nebenvorrichtung macht es möglich, daß man ein genau bestimmtes Quecksilbervolumen in *a* einführt. Der Trichter *h* hat einen wagerechten Strich oder ein Papier, das horizontal bei *u* abgeschnitten ist. Man läßt das Quecksilber bei der Probedurchleitung so lange ab, bis sein Spiegel in *u* steht, füllt hierauf eine trockene Maaßflasche bis zu ihrem Halsstriche mit neuem, gießt es in *h* ein und beschließt die Analyse, wenn es wieder bei *u* steht.

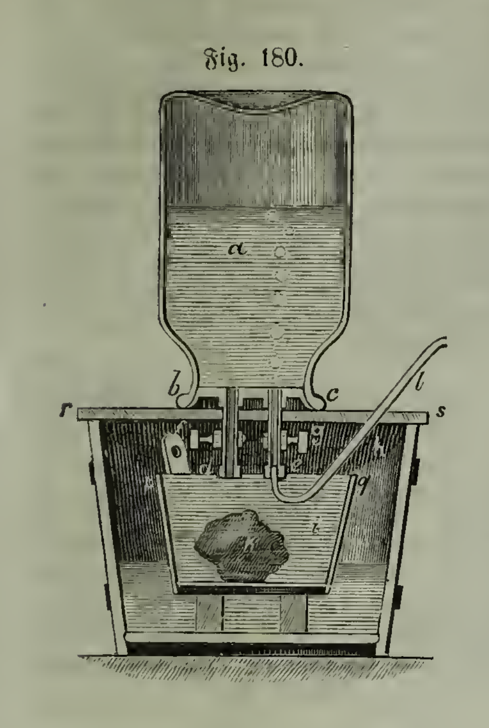
Das eingelassene Quecksilber giebt die untersuchte Luft dem Volumen, die Gewichtszunahme des Phosphor- und des Kalkendiometers den Sauerstoff und die Kohlensäure dem Gewichte nach. Kennt man den Barometer- und Thermometerstand, so vermag man das Ganze in Volumen- oder Gewichtsprocenten zu berechnen.

Anhang N. 75. u. 76.

Ein zweites Verfahren, das B r u n n e r und ich gebrauchten, und das ich später fast ausschließlich mit einigen Veränderungen anwandte, bestand darin, daß wir zuerst das Ausathmungsgas in der §. 1343. erwähnten und Fig. 176. abgebildeten Vorrichtung sammelten. Ich wählte später hierzu die Fig. 180. dargestellte Vorrichtung. Eine

Flasche von 5,4 Liter Rauminhalt, *a*, Fig. 180., wurde durch einen Metalldeckel *bc* luftdicht verschlossen. Dieser bestand aus einer Mischung von 1 Thl. Zinn, 2 Thl. Blei und 2 Thl. Zink. Eine solche Composition, aus der auch die bald zu erwähnenden Hahnstücke verfertigt waren, gewährt den Vortheil, daß sie nicht von dem Salzwasser, das zu solchen Zwecken gebraucht werden muß, angegriffen wird. Das Messing oxydirt sich zwar auch nicht, wenn man es immer sorgfätlig abtrocknet. Geschieht dieses aber nicht, so belegt es sich binnen Kurzem mit Grünspan. Die Hähne gehen dann schwerer oder lassen sich gar nicht mehr gebrauchen.

Fig. 180.



Der Deckel *bc* führt zwei Metallröhren *d* und *e*, von denen jede einen luftdicht schließenden, sehr genau eingeschliffenen Hahn *f* und *g* besitzt. Ist die Flasche mit Salzwasser gefüllt, so sucht man noch die letzten an dem Deckel haftenden Luftblasen durch Schütteln auszutreiben, gießt neues Wasser in die Röhren *d* und *e* bis zu ihren Oeffnungen nach, schließt die Hähne *f* und *g* und bringt zwei Korke in *d* und *e* ein. Das Letztere muß erst nach dem Hahnverschluß vorgenommen werden, weil man sonst Gefahr läuft, die Flasche durch zu starken Druck zu sprengen.

a wird, wie es Fig. 180. zeigt, über *rs* umgestürzt. *d* und *e* reichen wieder gerade bis zu dem Spiegel *pq* des Behälters *i*. Die Ursachen, weshalb dieser den Stein *k* enthält und in dem Behälter *h* eingestellt ist, sind schon §. 1321. angegeben worden.

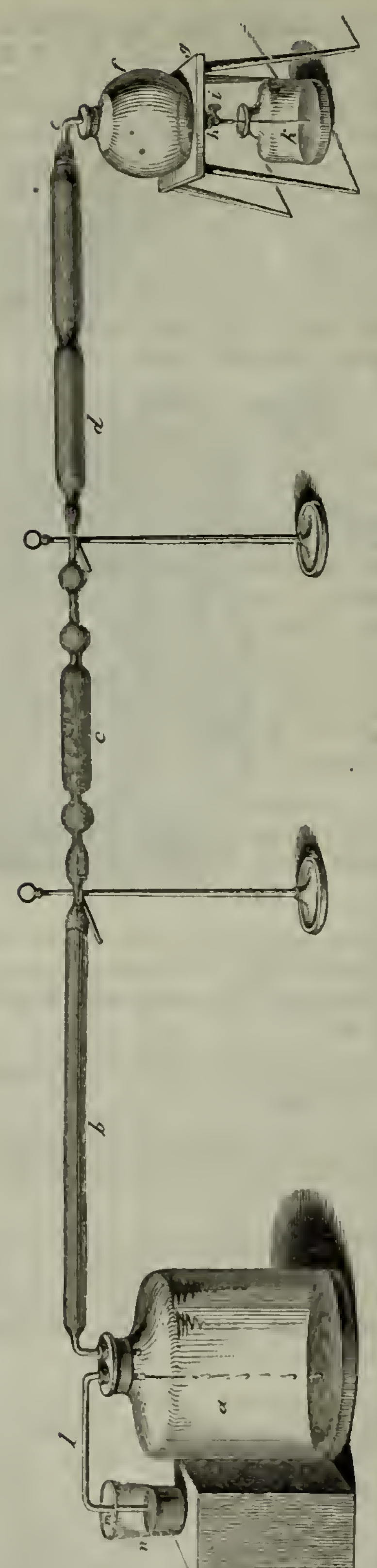
Man zieht die in *d* und *e* befindlichen Korke aus, öffnet *f* und *g* und führt die Ausathmungsröhre *l* durch *e* ein. Soll das Athmen auf keine Schwierigkeiten stoßen, so müssen die Hahnstücke sehr weite Mündungen haben. Der Durchmesser ihrer Lumina gleicht in meinem Apparate 1,2 bis 1,5 Centimeter.

Die Vortheile dieses Apparates bestehen darin, daß man die Hähne geschlossen halten kann, während man den Analysenapparat offen behält.

Der Gebrauch des Salzwassers soll die Fehler, die sonst durch die Absorption der Kohlensäure entstehen, vermeiden. Wir werden später kennen lernen, in wie weit es in dieser Hinsicht von Nutzen ist.

Ist die Flasche mit Luft gefüllt, so schließt man die Hähne unter Wasser. Sie gestatten deshalb nur eine Viertelumdrehung, so daß hier kein Irrthum vorkommen kann. Man kehrt die einfache oder die Figur 180. abgebildete Flasche um, füllt die Hahnröhren oberhalb der Hähne mit Salzwasser, und baut nun den Analysenapparat auf.

Ein Heber *lm*, Fig. 181. (s. Seite 568.), wird luftdicht in die eine Oeffnung eingefügt. Sein längerer Schenkel *m* taucht in ein Gefäß mit Salzwasser *n*. Eine Wasserabsorptionsröhre *b*, die am besten Asbest mit Schwefelsäure enthält, kommt hermetisch in die zweite Mündung. Ein Phosphoreudiometer *c* wird an diese und ein Kalkeudiometer *d* an das Letztere angefügt. Ein mit Oel gefüllter Aspirator *f*, der sich durch eine Entbindungsröhre *e* mit dem Kalkeudiometer vereinigt, beschließt die Reihe. Alle Verbindungen werden mit Kitt hermetisch geschlossen. Der Aspirator ist in einen Tisch *g* so eingefügt, daß sein unterster röhrenartiger Theil *h* und sein Hahn i unter die Tisch-


Fig. 181.

platte zu liegen kommt. — Läßt man nun, während das Phosphoreudiometer wie bei den Atmosphärenanalysen behandelt wird (§. 1325.), Oel in eine Maaßflasche von bekanntem Rauminhalte ablaufen, so erhält man alle Werthe, die zur Analyse erfoderlich sind. Hat man nämlich die Hähne der Ausathmungsflasche geöffnet, so wird eine entsprechende Menge von Luft nachgesogen. Die Wasserdämpfe bleiben in *b*, der Sauerstoff in *c* und die Kohlensäure in *d*. Man erhält die beiden letzteren dem Gewichte, den Stickstoff dagegen seinem Volumen nach. Denn dieses entspricht der von *f* nach *k* abgelaufenen Oelmenge.

Anhang Nr. 75. u. 76.

Das Salzwasser fließt dem entsprechend von *n* aus durch *ml* nach *a* ein und ersetzt das abgehende Luftvolumen. Man muß daher immer neue Flüssigkeit in *n* zugießen. Ist die Analyse beendigt, so mißt man, wie tief der Hebertheil m unter das Niveau des in *n* befindlichen Salzwassers hinabragt. Dieser Werth auf Quecksilberdruck zurückgeführt, plus dem auf 0° C. reducirten Barometerdrucke, bestimmt die Spannung des Gases, das man analysirt hat.

Anhang Nr. 75.

Der Aspirator ist mit Oel gefüllt, damit keine Wasserdämpfe ein unrichtiges Volumen bedingen. Man kann auch das Kalkeudiometer vor dem Phosphoreudiometer anbringen. Die in Figur 181. dargestellte Vorrichtung gewährt aber den Vortheil, daß der durch das Kalkeudiometer vergrößerte Durchgangswiderstand den Eintritt von Phosphordämpfen in den Aspirator um so eher verhütet.

1350

Betrachten wir die Kohlensäureprocente, so schwanken diese im Ganzen weniger, als sich den Angaben früherer Forscher gemäß erwarten ließe. Stelle ich nämlich die Ergebnisse, die Brunner und ich erhalten haben, zusammen, so ergiebt sich:

Individuum.	Alter in Jahren.	Procente der Kohlensäure						Zahl der Beobachtungen.	Bemerkungen.
		dem Volumen nach.			dem Gewichte nach.				
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.		
Brunner	47	4,642	3,742	4,356	6,939	5,620	6,522	12	Brunner und ich mit dem S. 566. beschriebenen Apparate.
Th.	53	5,495	4,289	4,673	8,185	6,415	6,975	4	
Ich	33	3,299	3,396	3,347	4,968	5,110	5,039	2	
Ich	33	5,149	3,659	4,641	7,688	5,513	6,945	12	Mit dem S. 568. beschriebenen Apparate.
Brunner	47	3,978	3,635	3,895	5,976	5,468	5,854	4	
Mittel aus allen 34 Versuchen	—	—	—	4,380	—	—	6,546	34	

Füge ich noch die späteren, von mir zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten gemachten Kohlensäurebestimmungen hinzu, so ergiebt sich:

Individuum.	Alter in Jahren.	Volumenprocente der Kohlensäure.			Zahl der Beobachtungen.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Ich	34 bis 36	5,324	2,994	3,942	31
S.	21	—	—	4,097	1
B.	47	—	—	3,962	1
B.	21½	—	—	4,793	1
M.	20	—	—	4,807	1
A. L.	20¾	—	—	4,728	1
S.	22½	—	—	4,741	1
S.	19½	—	—	3,936	1
E.	20	4,010	3,429	3,720	2
J.	19	—	—	4,552	1
T.	24	4,152	3,407	3,780	1
D.	28	2,623	2,361	2,592	2
A. B.	20	—	—	5,085	1
Mittel von Brunner	47	—	—	4,241	16
Mittel v. mir	33 — 36	—	—	4,102	45
Mittel aller Bestimmungn.	19 — 53	—	—	4,155	79

Die äußersten Grenzen lagen also zwischen 2,4 und 5,5% bei 15 männlichen Individuen, deren Alter von 19 bis 53 Jahren schwankte. Das Mittel der Gesammtzahl glich 4,16%.

Vierordt [1]), der fast 600 Bestimmungen an sich selbst anstellte, kam im Ganzen zu ähnlichen Werthen. Seine Grenzzahlen sind für das ruhige Athmen 3,358 bis 6,220 und sein Mittel 4,334. Man sieht, daß dieses fast vollkommen mit der Durchschnittsgröße von Brunner und mir übereinstimmt und nur um 0,179% von meinem Gesammtmittel abweicht. Vierordt's Kohlensäurewerth sank auch auf 2,48% bei ungewöhnlichen Athemzügen.

Manche frühere Forscher erhielten ähnliche Größen, so Davy 3,95 bis 4,5%, Prout 3,3 bis 4,6%, Thomson 3,72%, Apjohn 3,6%, Mac Gregor 3,5% und Menzies 5%. Andere dagegen kamen auf Zahlen, welche die den neueren Untersuchungen entsprechenden Grenzen bedeutend überschreiten. Davy selbst fand z. B. 10,5% in einem Einzelversuche, Berthollet 5,53 bis 13%, Murray 6,2 bis 6,5%, Allen und Pepys 8 bis 8,5%, Fyfe 8,5% und Jurine 10%. Unvollkommene Maaßbestimmungen lagen wahrscheinlich diesen Angaben zum Grunde.

1351 Die Häufigkeit des Athmens übt einen Einfluß auf die Kohlensäureprocente der Ausathmungsluft aus. Sie sinken im Allgemeinen, so wie jene zunimmt. Vierordt [2]) fand in dieser Hinsicht eine empirische Formel, als er an sich selbst Versuche anstellte. Ein beständiger und ein wechselnder Werth greifen hier gleichzeitig ein. Der letztere hängt von der längsten und der kürzesten Dauer der Athembewegungen ab.

Anhang Nr. 77.

Vierordt fand z. B.:

Regelrechtes Athmen.		Ungewöhnlich häufiges Athmen.		Zahl der Beobachtungen.
Zahl der Athemzüge in der Minute.	Volumenprocente der Kohlensäure.	Zahl der Athemzüge in der Minute	Volumenprocente der Kohlensäure.	
12,27	4,257	2 Mal stärker	3,335	18
11,66	4,335	3 » »	3,210	9
11,55	4,318	4 » »	3,024	9
12,00	4,060	5 » »	2,480	1
11,83	4,341	8 » »	2,741	6
11,62	4,259	½ Mal langsamer	5,575	8

Die Größe der Athembewegungen kann auf ähnliche Weise einwirken. Ein Theil der dann eingesogenen Luft geht in diesem Falle, ohne möglichst viel Kohlensäure aufgenommen zu haben, davon. Die Procente sinken daher unter diesen Verhältnissen. Die Versuche von Vierordt [3]) machen auch diesen Satz anschaulich. Es fand sich z. B.:

---

[1]) Vierordt, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1845. 8. Seite 853.
[2]) Vierordt, a. a. O. Seite 889.
[3]) Vierordt, a. a. O. Seite 890.

Athembewegungen von gewöhnlicher Größe.		Athembewegungen von ungewöhnlicher Größe.		Zahl der Beobachtungen.
Volumen einer Ausathmung in Cubikcentim.	Volumenprocente der Kohlensäure.	Volumen einer Ausathmung in Cubikcentimet.	Volumenprocente der Kohlensäure.	
591	4,69	1182	4,00	11
509	4,59	1527	3,70	1
545	4,50	2180	3,38	4
584	4,75	4380	2,78	4
563	4,45	282	5,38	4

Die bestimmte tiefe Ein- und Ausathmungsweise wurde hier schon eine Zeit lang vor dem Versuche eingehalten. Geschieht dieses nicht, so findet man etwas größere Kohlensäureprocente, weil noch Luft, die durch das regelrechte Athmen verändert worden, mit der tiefen Ausathmung davongeht.

Sondert man eine tiefe Ausathmung in zwei Theile, so enthält die zweite Parthie etwas mehr Kohlensäure, als die erste. Die Luft, die in den feineren Bronchialästen und den Lungenzellen selbst verweilte, schwängert sich daher stärker mit diesem Gase. Unterdrückt man eine Zeit lang das Athmen und treibt dann die in den Lungen enthaltene Luft mit Kraft hervor, so giebt sie reichlichere Kohlensäureprocente, wie gewöhnlich. 1352

Die eine Versuchsreihe von Vierordt [1]) kann wiederum das Gesagte versinnlichen. Dieser Forscher fand nämlich:

Volumenprocente d. Kohlensäure		Dauer der Hemmung des Athmens in Secunden.	Zahl der Beobachtungen.
bei regelrechtem Athmen.	nach dem vorher gehemmten Athmen.		
4,77	6,50	20	4
4,71	6,59	25	2
4,95	7,04	30	4
4,90	7,22	40	5
4,91	7,23	50	3
5,02	7,44	60	1

Die verschiedenen Zustände, in denen sich der Mensch befindet, lassen ebenfalls die Kohlensäureprocente wechseln. Vierordt [2]) kommt durch die Zusammenstellung seiner Beobachtungen zu dem Satze, daß sie im Allgemeinen mit Vergrößerung des Luftdruckes abnehmen. Ein mittlerer Barometerunterschied von 12,8 Mm. erzeugte 0,309% Abweichung. Eben so stiegen die relativen Kohlensäurewerthe in geringeren und sanken in höheren Wärmegraden. Sie glichen z. B. 5,07% bei 3° und 4,29% bei 1353

[1]) Vierordt, a. a. O. Seite 892 — 894.
[2]) Vierordt, a. a. O. Seite 880.

24° C. Darf ich mir einen Schluß aus einer kleineren Zahl von Versuchen, die ich bei sehr verschiedenen Wärmegraden anstellte, erlauben, so kann ich auch das Letztere für meinen Körper bestätigen. Ich erhielt [1]) 4,37% für eine Mitteltemperatur von + 0°,02 C., 4,09% für 17°4 C. und 3,56 für 21°7 C. Die einzelnen Wärmegrade lagen in den Untersuchungszeiten zwischen — 8 und + 23°,5 C.

1354 Die Verdauung oder die Körperbewegung vergrößert unter sonst gleichen Verhältnissen die Procentmenge der Kohlensäure. Der Genuß von Weingeist oder Thee dagegen setzt sie eher nach Prout und Vierordt herab.

1355 Gehen wir nun zu den Untersuchungen des Sauerstoffgehalts der ausgeathmeten Luft über, so werden wir uns die Betrachtung abkürzen, wenn wir zugleich die Mengen des verschluckten Sauerstoffes und ihr Verhältniß zur ausgeschiedenen Kohlensäure ins Auge fassen. Wir haben früher (§. 158.) gesehen, daß die Diffusion der Gase foderte, daß 0,8503 Volumen Kohlensäure auf 1 Volumen Sauerstoff kommen, wenn diese beiden Luftarten allein in Wechselwirkung treten. Wir wollen auch dieses Verhältniß unabhängig von aller Theorie berücksichtigen und in der Kürze angeben, in wiefern die gefundenen Zahlen von ihm abweichen oder nicht.

1356 Halten wir uns an die Versuche, die Brunner und ich anstellten und die nach den Grundwerthen von Brunner, Dumas und Boussingault berechnet sind, um überhaupt einen Ueberblick der Volumen- und Gewichtsprocente des Sauerstoffs zu bekommen, so ergab sich:

---

[1]) Vergl. Canstatt und Eisenmann, Jahresbericht für 1846. Bd. I. S. 203.

Individuum.	Trockene Ausathmungsluft.												Zahl der Beobachtungen.
	Sauerstoff des Ausathmungsgases.						Verschluckter Sauerstoff.						
	Volumenprocente.			Gewichtsprocente.			Volumenprocente.			Gewichtsprocente.			
	Marimum.	Minimum.	Mittel.	Marimum.	Minimum.	Mittel.	Minimum	Marimum.	Mittel.	Minimum.	Marimum.	Mittel.	
Brunner	16,440	15,795	16,097	17,787	17,127	17,428	4,375	5,020	4,718	5,237	5,887	5,586	12
Th.	16,778	15,066	15,895	18,152	16,234	17,165	4,037	5,749	4,920	4,862	6,780	5,849	4
Ich	17,246	16,618	16,932	18,767	18,093	18,430	3,569	4,197	3,883	4,247	4,921	4,584	2
Ich	16,314	14,968	15,783	17,630	16,200	17,090	4,501	5,847	5,032	5,384	6,814	5,924	12
Brunner	16,423	16,283	16,307	17,851	17,814	17,735	4,392	4,532	4,508	5,163	5,300	5,279	4
Mittel aus allen Analysen	—	—	16,033	—	—	17,373	—	—	4,782	—	—	5,641	34

Diese Werthe beziehen sich auf dieselben Versuche, die schon §. 1350. angeführt worden sind.

1357 Nachdem wir noch unser Verfahren im Einzelnen verbessert hatten, stellten wir Doppelanalysen der größeren Sicherheit wegen an. Sie lieferten nicht bloß genauere Verhältnißwerthe der Kohlensäure und des Sauerstoffes, sondern belehrten auch über die Fehlerquellen, die unserer Untersuchungsweise anhafteten. Es ergab sich alsdann [1]):

Individuum.	Nr.	Volumenprocente.			Verschluckter Sauerstoff.	Nach dem Diffusionsverhältniß berechnete Kohlensäure.	Unterschied der berechneten und der gefundenen Kohlensäure.
		Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.			
Brunner	1.	3,876	16,384	79,740	4,431	3,695	— 0,179 = 1/21—1/22
»	2.	3,636	16,227.	80,137	4,588	3,907	+ 0,271 = 1/13—1/14
»	Mittel	3,756	16,3055	79,9385	4,5105	3,801	+ 0,045 = 1/83—1/84
»	3.	3,980	16.216	79,804	4,599	3,916	— 0,064 = 1/62—1/63
»	4.	3,813	16,244	79,943	4,572	3,894	+ 0,081 = 1/47—1/48
»	Mittel	3,8965	16,230	79,8735	4,5855	3,905	+0,0085 = 1/45—1/46
Ich	5. Endmittel	3,795	17,251	79,954	4,564	3,887	+ 0,092 = 1/41—1/42
»	6. Endmittel	4,528	15,484	79,988	5,331	4,540	+ 0,012 = 1/377
»	7.	4,816	14,932	80,252	5,883	5,010	+ 0,194 = 1/24—1/25
»	8.	4,652	15,059	80,289	5,756	4,902	+ 0,350 = 1/ 7—1/18
Gesammtmittel	10.	4,1399	15,8532	80,0069	4,9618	4,2178	+ 0,0779 = 1/53—1/54

1358 Da die Verbesserung des Gasdruckes (§. 1349.) in diesen Analysen unberücksichtigt geblieben war, so prüfte ich später von Neuem den regelmäßigen Athem von Anderen und mir. Ich bediente mich hierzu der Fig. 167. abgebildeten Form des Phosphoreudiometers und des Fig. 180. gezeichneten, mit Hähnen versehenen Behälters und suchte überhaupt alle möglichen Vorsichtsmaaßregeln anzuwenden. [2])

Man kann die Werthe, die man auf diese Art erhält, auf zweierlei Wegen berechnen. Man bestimmt die Verhältnißzahlen nach der Temperatur, bei der man das Gas trocken analysirt hat, oder berechnet sie für die Zustände, wie sie in den lebenden Lungen Statt finden, d. h. für 37° C., und für die bei diesem Wärmegrade eintretende Wassersättigung. Die Unterschiede, die beide Verfahren geben, liegen noch längst innerhalb der bei der genauesten Methode unvermeidlichen Beobachtungs-

[1]) Die Grundwerthe finden sich in Roser und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Stuttgart, 1843 8. Seite 381 fgg.
[2]) Siehe das Nähere in Canstatt - Eisenmann's Jahresbericht für 1845. Bd. I. Seite 205 fgg.

fehler. Die positiven Kohlensäureüberschüsse werden dann etwas kleiner und die negativen etwas größer.

Die erste Analyse der folgenden Tabelle kann uns hierfür als Beispiel dienen. Der Gasdruck betrug in ihr 709,24 Mm., die Temperatur $20^{0}3$ C., die Kohlensäure 0,081 Grm., der Sauerstoff 0,246 Grm. und das abgezogene Stickstoffvolumen 960, 632 C. C. Berechnet man diese Werthe für die Analysenwärme = $20^{0}3$ C., so erhält man 3,900 % Kohlensäure, 16,367 % Sauerstoff und 79,733 % Stickstoff. Der verschluckte Sauerstoff gleicht dann 4,448 % und die hiernach dem Diffusionsverhältnisse gemäß bestimmte Kohlensäure 3,782 %. Der Unterschied ist mithin = + 0,118 oder $\frac{1}{33}$ des gefundenen Kohlensäurewerthes. *Anhang Nr. 75.*

Berechnen wir die Ausathmungsgase, wie sie in den Lungen vorhanden sind, so haben wir 3,890 % Kohlensäure, 16,314 % Sauerstoff, 4,501 % absorbirten Sauerstoff, 3,827 % berechnete Kohlensäure und + 0,063 oder $\frac{1}{61}$ bis $\frac{1}{62}$ Unterschied. *Anhang Nr. 78.*

1359 Die folgende Tabelle enthält die Resultate, die mir 13 an 10 Personen angestellte Analysen für das ruhige, weder keuchende, noch drückende Athmen geliefert haben [1]. Ich gebe die Werthe der Vollständigkeit wegen doppelt berechnet. *u* bezeichnet die unmittelbaren Bestimmungen nach der Analysentemperatur der trockenen Luft und *t* die nach dem Gase von 37° C., wenn es mit Wasserdampf gesättigt ist. *Anhang Nr. 75. und 78.*

Nr.	Individuum.	Alter in Jahren.	Volumenprocente der Ausathmungsluft.			Verschluckter Sauerstoff.	Nach dem Diffusionsgesetze berechnete Kohlensäure.	Unterschied der berechneten und der gefundenen Kohlensäure.
			Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.			
I. u	Ich	35½	3,900	16,367	79,733	4,448	3,782	+ 0,118 = $\frac{1}{33}$
I. t	—	—	3,890	16,314	79,796	4,501	3,827	+ 0,063 = $\frac{1}{61}$ — $\frac{1}{62}$
II. u	dsgl.	—	3,402	16,721	79,877	4,094	3,481	— 0,079 = $\frac{1}{43}$
II. t	—	—	3,393	16,670	79,937	4,145	3,525	— 0,132 = $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{26}$
III. u	dsgl.	—	3,715	16,448	79,833	4,367	3,713	— 0,002 = $\frac{1}{1857}$
III. t	—	—	3,704	16,395	79,901	4,420	3,758	— 0,054 = $\frac{1}{69}$ — $\frac{1}{70}$
IV. u	B.	47	3,962	15,955	80,083	4,860	4,133	— 0,171 = $\frac{1}{23}$
IV. t	—	—	3,951	15,904	80,145	4,911	4,176	— 0,225 = $\frac{1}{17}$ — $\frac{1}{18}$
V. u	B.	21½	4,793	15,065	80,142	5,750	4,889	— 0,096 = $\frac{1}{50}$
V. t	—	—	4,779	15,018	80,203	5,797	4,929	— 0,150 = $\frac{1}{31}$ — $\frac{1}{32}$
VI. u	M.	20	4,807	15,167	80,026	5,648	4,803	+ 0,004 = $\frac{1}{1202}$
VI. t	—	—	4,720	15,143	80,137	5,672	4,823	— 0,103 = $\frac{1}{47}$
VII. u	L.	20¾	4,728	15,099	80,173	5,716	4,860	— 0,132 = $\frac{1}{35}$ — $\frac{1}{36}$

[1]) Die Grundwerthe s. in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1846. 4. S. 208.

Nr.	Individuum.	Alter in Jahren.	Volumenprocente der Ausathmungsluft. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Verschluckter Sauerstoff.	Nach dem Diffusionsgesetze berechnete Kohlensäure.	Unterschied der berechneten und der gefundenen Kohlensäure.
VII. t	—	—	4,705	15,051	80,234	5,764	4,901	— 0,186 = 1/25 — 1/26
VIII. u	S.	22 1/2	4,741	15,330	79,929	5,485	4,664	+ 0,077 = 1/60
VIII. t	—	—	4,728	15,280	79,992	5,535	4,707	+ 0,021 = 1/235
IX. u	S.	19 1/2	3,936	16,073	79,991	4,742	4,032	— 0,096 = 1/41
IX. t	—	—	4,104	15,991	79,905	4,824	4,102	+ 0,002 = 1/2052
X. u	C.	20	4,010	16,385	79,605	4,430	3,767	+ 0,243 = 1/16 — 1/17
X. t	—	—	3,989	16,365	79,646	4,450	3,784	+ 0,205 = 1/19 — 1/20
XI. u	desgl.	20	3,429	16,976	79,595	3,839	3,265	+ 0,164 = 1/21
XI. t	—	—	3,420	16,922	79,658	3,893	3,310	+ 0,110 = 1/31 — 1/32
XII. u	J.	19	4.552	15,527	79,921	5,288	4,497	+ 0,055 = 1/83
XII. t	—	—	4,543	15,422	80,035	5,393	4,586	+ 0,043 = 1/105 — 1/106
XIII. u	T.	22	3,407	16,660	79,933	4,155	3,533	— 0,126 = 1/27
XIII. t	—	—	3,399	16,606	79,995	4,209	3,579	— 0,180 = 1/13 — 1/14
Mittel von u	—	—	4.099	15,984	79,917	4,831	4,108	— 0,009 = 1/455 — 1/456
Mittel von t	—	—	4,103	15,928	79,969	4,887	4,155	— 0,052 = 1/79

Man sieht, daß noch alle diese Unterschiede in das Bereich der unvermeidlichen Fehlergrenzen fallen. Die später anzuführenden Thatsachen deuten aber darauf hin, daß die positiven oder negativen Schwankungen nicht ganz zufällig sind, sondern zum Theil mit der Athmungsweise zusammenhängen. Bläst man einen mit Wasser gefüllten Behälter aus, so beeilt man sich entweder unwillkührlich oder drückt stärker, so wie sich selbst ein nur geringer Widerstand darbietet. Wir werden bald sehen, daß jene Unregelmäßigkeit des Athmens positive und diese negative Abweichungen erzeugt.

1360 Ich suchte die erwähnten Nebenstörungen in einer neuen Versuchsreihe zu beseitigen. Ich blies die Fig. 180. abgebildete Flasche durch möglichst regelmäßiges Athmen aus und athmete dann noch 10 Minuten lang durch. Die Endstücke der Hähne waren nur durch eine 3 bis 8 Millimeter hohe Schicht von Salzlösung abgesperrt. Das Verfahren hat den Vortheil, daß man später gar nicht in Versuchung kommt, drückend zu athmen. Man beschleunigt nur oft unwillkührlich seine Athembewegungen und erhält daher leichter kleine positive, als negative Abweichungen Ich füllte überdieß ein Mal den Behälter mit Atmosphäre, stürzte ihn auf die Fig. 180. abgebildete Art um und athmete 1/4 Stunde lang durch, um mich über die Größe des Gaswechsels zu unterrichten. Die unter

Nro. I. verzeichnete Analyse enthält die Resultate dieser Bemühung. *u* und *t* bezeichnen dieselben doppelten Berechnungswerthe, wie in der unmittelbar vorhergehenden Tabelle. Anhang Nr. 79.

Nr.	Volumenprocente der Ausathmungsluft.			Verschluckter Sauerstoff	Nach dem Diffusionsgesetze berechnete Kohlensäure.	Unterschied der berechneten und der gefundenen Kohlensäure.
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.			
I. u	3,341	17,039	79,620	3,776	3,211	+ 0,130 = 1/25 — 1/26
I. t	3,334	16,988	79,678	3,827	3,254	+ 0,080 = 1/41 — 1/42
II. u	3,774	16,433	79,793	4,382	3,726	+ 0,058 = 1/65
II. t	3,766	16,384	79,850	4,431	3,768	— 0,002 = 1/1883
III. u	4,372	15,399	79,829	4,816	4,095	+ 0,277 = 1/16
III. t	4,369	15,959	79,672	4,856	4,129	+ 0,240 = 1/18 — 1/19
IV. u	4,195	16,092	79,713	4,723	4,016	+ 0,179 = 1/23 — 1/24
IV. t	4,186	16,043	79,771	4,772	4,058	+ 0,128 = 1/32 — 1/33
V. u	3,920	16,220	79,860	4,595	3,907	+ 0,013 = 1/301 — 1/302
V. t	3,911	16,171	79,918	4,644	3,949	— 0,038 = 1/103
Mittel von u	3,920	16,357	79,723	4,458	3,791	+ 0,129 = 1/30 — 1/31
Mittel von t	3,913	16,309	79,778	4,506	3,822	+ 0,081 = 1/48 — 1/49

1361 Ziehen wir das Mittel aus den für die Lungenluft berechneten 18 Analysen der beiden letzten Tabellen, die nach dem verbesserten Verfahren angestellt worden sind, so erhalten wir 4,050 % ausgeschiedener Kohlensäure und 4,781 % aufgenommenen Sauerstoffes. Die hiernach berechnete Kohlensäure ist 4,065 % und der Unterschied + 0,015 oder 1/270 der gefundenen Kohlensäure. Die Abweichung des Mittels ist hier eben so klein, als der Durchschnittswerth der Versuche, auf denen Graham den Erfahrungsbeweis des Diffusionsgesetzes stützte (§. 158).

1362 Es lag nun nahe, die regelwidrigen Athembewegungen zu untersuchen. Wir wollen der Uebersichtlichkeit wegen drei kurze Ausdrücke, die gewisse natürliche Gruppen auf diesem Gebiete sondern, annehmen.

1) Die eingeathmete Luft kann verhältnißmäßig zu kurze Zeit in den Lungen verweilen. Es wird dann die zur vollständigen Diffusion nöthige Zeit mangeln. Wir können diesen Fall mit dem Namen des keuchenden Athmens bezeichnen. Ich erzeugte es für meine Versuche auf zweierlei Wegen. Ich athmete mehr oder minder tief ein und auf der Stelle ohne verstärkten Exspirationsdruck aus. Die Luft verließ daher wieder rasch die Athmungswerkzeuge und der ungewöhnliche Druck, der stattfand, bestand höchstens in der negativen Spannung der Einathmung. Oder ich athmete wie gewöhnlich oder rascher, als sonst und entließ nur

die ersten Luftblasen durch den Mund in den Athmungsbehälter und das Uebrige durch die Nase ins Freie.

2) Die Bauchathmung suchte ich dadurch zu erreichen, daß ich jedes Mal so tief als möglich unter starkem Exspirationsdrucke ausathmete. Da ich aber bald darauf die Lungen durch eine tiefe Einathmung füllen mußte und so die größere Luftmenge kürzere Zeit in den Athmungswerkzeugen geblieben wäre, so hielt ich mir kürzere oder längere Zeit die Nasenlöcher zu, ehe ich wieder mit möglichst starkem Exspirationsdrucke ausathmete. Wir haben also hier längeren Aufenthalt des Gases in den Lungen und stärkeren Ausathmungsdruck. Wir wollen diesen Fall mit dem Namen des drückenden Athmens bezeichnen.

3) Das dritte Verfahren bestand endlich in der Hemmung des Athmens. Ich athmete wie gewöhnlich oder tief ein, hielt mir dann die Nasenlöcher so lange, bis Athembeschwerden entstanden, zu und trieb endlich das Gas unter möglichst wenig verstärktem Exspirationsdrucke hervor. Die Erstickungsangst macht es in diesem Falle fast unmöglich, daß man nur den gewöhnlichen Ausathmungsdruck anwendet. Man preßt unwillkührlich etwas stärker.

1363 Da mein Ausathmungsbehälter 5,4 Liter faßte, so mußte ich von Zeit zu Zeit ausruhen, bevor sein Salzwasser durch das künstliche Athmen vollständig ausgetrieben war. Ich hatte daher die Einrichtung getroffen, daß ich absetzen und mich erholen konnte, ohne daß auch nur eine Blase von Atmosphäre einstürzte. Das Einfügungsstück des Ausathmungsrohres paßte genau in den einen Hahn Fig. 180. und konnte 5 bis 6 Centimeter hoch hinaufgeschoben werden. Ich stellte endlich noch einzelne Doppelanalysen (a. und b.) desselben Gases an, um die Größe der Fehlerquellen des Ganzen zu erfahren. Es ergab sich:

Anhang Nr 80.

Nr.	Volumenprocente der Ausathmungsluft.			Verschluckter Sauerstoff.	Nach dem Diffusionsverhältniß berechnete Kohlensäure.	Unterschied der gefundenen und der berechneten Kohlensäure.	Nebenverhältnisse.
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.				
			A. Keuchendes Athmen:				
I. a	4,246	16,030	79,724	4,785	4,069	+ 0,177 = 1/24 - 1/25	So regelmäßig als möglich, nur etwas schnell geathmet.
I. b	4,078	16,068	79,854	4,747	4,037	+ 0,041 = 1/99 - 1/100	
II. a	3,962	16,404	79,634	4,411	3,751	+ 0,212 = 1/18 - 1/19	Wie Nr. I. Nur wurde bloß die erste Hälfte jeder Ausathmung in den Behälter gestoßen und das Uebrige durch die Nase entlassen.
II. b	4,159	16,340	7 ,501	4,475	3,805	+ 0,354 = 1/11 - 1/12	
III. a	4,574	15,780	79,646	5,035	4,281	+ 0,293 = 1/15 - 1/16	Mäßig beschleunigtes Athmen. Sonst wie Nr. II.
III. b	4,586	15,683	79,731	5,132	4,364	+ 0,222 = 1/20 - 1/21	

Nr.	Volumenprocente der Ausathmungsluft			Verschluckter Sauerstoff.	Nach dem Diffusionsverhältniß berechnete Kohlensäure.	Unterschied der gefundenen und der berechneten Kohlensäure.	Nebenverhältnisse.
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.				
IV. a	3,058	17,945	78,997	2,870	2,440	+ 0,618 = 1/5	Sehr beschleunigtes Athmen und nur die ersten kleineren Mengen in den Athembehälter übergetrieben.
IV. b	3,061	17,896	79,043	2,919	2,482	+ 0,579 = 1/5 − 1/6	
V.	4,657	15,604	79,739	5,211	4,431	+ 0,226 = 1/20 - 1/21	Oft tief eingeathmet und unmittelbar darauf ohne irgend erhöhten Druck schnell ausgeathmet.
VI.	2,953	17,680		3,135	2,666	+ 0,287 = 1/10 - 1/11	Beschleunigtes Ein- und Ausathmen.
B. Drückendes Ausathmen:							
VII.	5,994	13,238	80,768	7,577	6,443	— 0,449 = 1/13-1/14	Mund und Nase, so lange als möglich (20 bis 30 Secunden) fest zugehalten, dann mit möglichst starkem Drucke langsamer oder schneller ausgeathmet; hin und wieder in Einzelfällen tief eingeathmet.
VIII.	5,639	13,004	81,357	7,811	6,642	— 1,003 = 1/5 - 1/6	
IX.	5,903	13,121	80,976	7,694	6,542	— 0,639 = 1/9 - 1/10	
C. Gehemmtes Athmen:							
X.	5,972	13,734	80,294	7,077	6,018	— 0,046 = 1/130	Mund und Nase so lange, bis Athemnoth entstand, zugehalten, dann ausgeathmet. Der Ausathmungsdruck verstärkt sich dann unwillkührlich in geringem Grade.
XI.	6,058	13,514	80,428	7,299	6,207	— 0,149 = 1/40 - 1/41	
XII.	5,986	13,700	80,314	7,115	6,050	— 0,064 = 1/93-1/99	
XIII.	5,292	14,497	80,211	6,318	5,372	— 0,068 = 1/68-1/68	Wie Nr. X. bis XII., nur kürzere Zeit gehemmt.
XIV.	5,316	14,431	80,253	6,384	5,428	— 0,112 = 1/48	
XV.	5,498	14,217	80,285	6,598	5,610	— 0,112 = 1/49	
Mittel von Nr. X. bis XV.	5,687	14,016	80,297	6,799	5,781	— 0,094 = 1/60-1/61	

Stellen wir uns die Resultate aller Analysen übersichtlich zusammen, 1364 so ergiebt sich:

1) Die ausgeschiedene Kohlensäure und der aufgenommene Sauerstoff stehen zu einander in der regelrechten Ausathmungsluft in dem Verhältnisse, das durch das Diffusionsgesetz der Gase geboten wird. 1 Volumen

Kohlensäure entspricht 1,17602 Vol. verschwundenen Sauerstoffes. Je regelmäßiger man an einem künstlichen Apparate athmet, um so mehr nähern sich die Ergebnisse jeder richtigen Einzelanalyse jenem mathematischen Verhältnisse.

2) Athmen wir keuchend, d. h. so, daß die Luft, ehe sie vollständig durchgeathmet ist, die Lungen verläßt, so sinken die absoluten Procentmengen der Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes, wie wenn wir reine Atmosphäre mit vollständiger Ausathmungsluft vermengt hätten. Der fehlende Sauerstoff vermindert sich hierbei in bedeutenderem Grade, als die ausgeschiedene Kohlensäure. Man erhält daher dann hier positive Abweichungen von dem Diffusionsverhältnisse. Die Analyse Nro. IV. a und b der letzten Tabelle lehrt, daß man es durch anhaltendes Keuchen so weit bringen kann, daß selbst weniger verschluckter Sauerstoff, als der ausgeschiedenen Kohlensäure entspricht, zum Vorschein kommt. 1 Volumen von dieser fodert 1 Volumen Sauerstoff. Wir haben aber 3,058 bis 3,061% Kohlensäure für 2,870 bis 2,915% Sauerstoff.

Die eben betrachtete Ausathmungsluft kommt dann zu Stande, wenn man tief eingeathmet hat und die mehr als gewöhnliche Luftmenge sogleich und ohne ungewöhnlichen Druck entläßt, wenn man überhaupt zu schnell, ohne die Bauchpresse zu verstärken, athmet, oder nur die ersten davon gehenden Abtheilungen der Ausathmungsgase, die sich noch nicht vollständig ausgeglichen haben, berücksichtigt. Der Druck bleibt hier normal oder vergrößert sich höchstens für die negative Inspirationsspannung.

3) Läßt man die eingeathmete Atmosphäre die nöthige Zeit in den Lungen verweilen und preßt sie dann mit möglichster Kraft und unter verstärkter Thätigkeit der Bauchmuskeln hervor, so steigen die absoluten Procentwerthe der Kohlensäure und des verschwundenen Sauerstoffes. Diese vergrößern sich aber mehr, als jene. Die Abweichungen von dem Diffusionsverhältnisse werden daher hier negativ. Man kann es auch bei dieser regelwidrigen Athmungsweise so weit bringen, daß mehr, als 1% Unterschied entsteht (Nro. VIII.). Der regelwidrige Druck betrifft hier die Exspirationsspannung. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Resultate voraussetzen, daß die eingezogene Atmosphäre lange genug in den Lungen verweilen muß, um vollständig durchgeathmet zu werden. Das bloße Keuchen wirkt natürlich dem drückenden Athmen entgegen.

4) Hemmen wir das Athmen 15 bis 30 Secunden, indem wir Mund und Nase zuhalten, und treiben dann die Luft unter so regelmäßigem Drucke, als möglich hervor, so kehrt das Diffusionsverhältniß von Neuem wieder. Die geringen Abweichungen, die man erhält, fallen immer negativ aus, weil man unwillkührlich, so wie die Athemnoth eintritt, gegendrückt.

Alle diese Resultate sind keine Frucht theoretischer Vorstellungen, sondern gehen aus der einfachen Vergleichung der erfahrungsgemäßen Athmungsanalysen mit dem Diffusionsverhältnisse hervor. Ich bemerke dieses deshalb, weil die meisten Forscher, welche die Beziehung des Diffusionsgesetzes zur Athmungsluft bekämpften, die Sache so auffaßten, als sei das Ganze eine bloße willkührliche Bestimmung von Brunner und mir gewesen. Wir verglichen aber nur die Zahlen, die wir erhielten, mit dem Diffusionsverhältnisse

und fanden die früher erwähnte Uebereinstimmung, die auch meine neueren Analysen bestättigt haben.

Man hat eingewandt, daß sich nicht die in dem Blute, als einer Flüssigkeit enthaltenen Gase mit der Luft, wie freie Luftarten diffundiren könnten. Allein die Theorie, die das Diffusionsgesetz aus der Dalton'schen Vorstellung der Durchdringung der Gase herleitet, zeigt, daß diese Folgerung nur dann richtig ist, wenn zugleich die Molecularthätigkeiten der auf einander wirkenden Gase geändert werden. Wichtiger sind dagegen die Wirkungen des Druckes, auf die schon Brunner und ich früher aufmerksam machten. Das Diffusionsverhältniß kann nur bei Gleichheit der Spannung auf beiden Seiten rein hervortreten. Wir müssen es unentschieden lassen, auf welche Art sich diese Bedingung in den Lungen ausgleicht. Es wäre möglich, daß hiermit die negativen Abweichungen des drückenden Athmens zusammenhingen. Anhang Nr. 15.

Graham [1]) selbst hat übrigens schon die Ansicht ausgesprochen, daß das Diffusionsgesetz eine wesentliche Rolle bei dem Athmen übernimmt. Die neue eingeathmete Luft trete nach dieser Norm mit der schon in den Lungen vorhandenen in Wechselwirkung.

1365 Vierordt [2]) schloß schon aus seinen über die verschiedene Geschwindigkeit des Athmens angestellten Untersuchungen, daß die Menge der aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäure in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Kohlensäuregehalte der Ausathmungs- oder der Lungenluft steht. Athmete er 24 Mal in der Minute, so enthielt jede Ausathmung 16,5 Cubikcentimeter Kohlensäure. Diese Masse wurde also in 2,5 Secunden geliefert. Machte er 12 Athemzüge, so ergaben sich 20,5 und nur 28,5 C. C. für 6 Athemzüge. Wir haben aber in jenem Falle 5 und in diesem 10 Secunden für eine Athmungsdauer. Es ergiebt sich hieraus, daß die Ausscheidung der Kohlensäure sinken muß, je länger sich die Luft in den Lungen aufhält und je mehr Kohlensäure sie schon in früheren Augenblicken empfangen hat. Anhang Nr. 77.

Die oben (§. 1363.) verzeichneten Werthe deuten an, daß im Allgemeinen das Gleiche für den verschluckten Sauerstoff gilt. Er und die Kohlensäure steigen absolut bei dem gehemmten Athmen. Sie sinken aber in Verhältniß zur Zeit, die der längere Aufenthalt der Luft in Anspruch nimmt. Rasche und tiefe Athemzüge führen zu ähnlichen Verhältnissen.

1366 Die §. 1356. bis 1359. gegebenen Bestimmungen der regelrechten Ausathmungsluft setzen voraus, daß der Stickstoff unverändert bleibt. Läßt man die Erwärmung und die Wassersättigung der Ausathmungsluft bei Seite, so vermindert sich hiernach das Gasvolumen um so viel, als mehr Sauerstoff verschluckt, wie Kohlensäure ausgeschieden wird. Die Stickstoffprocente steigen daher scheinbar um die Größe dieses Unterschiedes.

Sie erhöhen sich natürlich noch mehr bei dem drückenden Athmen (§. 1363.), weil hier mehr Sauerstoff fehlt, als das Diffusionsgesetz fodert. Zweierlei Deutungen bleiben dann denkbar. Es wird in der That mehr Sauerstoff aufgenommen oder dieses selbst ist wiederum nur scheinbar der Fall, weil eine geringe Stickstoffausscheidung die Verhältnisse ändert.

---

[1]) Graham, in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. VII. Part. I. Edinburgh, 1832. 4. pag. 255.

[2]) Vierordt, a. a. O. S. 896. 897.

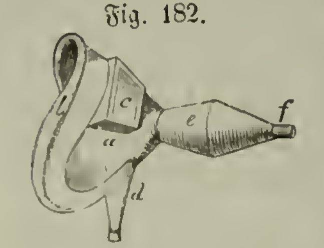
Dem sei, wie ihm wolle, so lehren die oben angeführten Analysen der regelrechten Ausathmungsluft so viel, daß wahrscheinlich der Stickstoff bei dem gesunden Athmen vollkommen unverändert bleibt. Die Schwankungen, die er erleidet, müßten höchstens noch in den Fehlerquellen des Verfahrens liegen. Sie könnten hiernach noch nicht 0,3% oder $^1/_{263}$ des Stickstoffes und $^1/_{500}$ der gesammten Luft erreichen.

1367 Absolute Mengen der aus den Lungen davongehenden Kohlensäure. — Sie wechseln in hohem Grade mit Verschiedenheit der Persönlichkeit und der Zustände, erhalten sich aber auf ziemlich gleicher Stufe, so lange die Nebenbedingungen keine wesentlichen Abweichungen nach sich ziehen. Dieses erhellt vorzüglich aus den Untersuchungen von Andral und Gavarret [1]), welche diesen Gegenstand am ausführlichsten verfolgt haben.

Bedient man sich des §. 1349. angeführten Verfahrens, so kann man auch die absolute Kohlensäuremenge direct oder indirect erhalten, wenn man die Zeit, die zur Füllung der Flasche mit Ausathmungsgas nöthig ist, mit der Secundenuhr gemessen hat.

Andral und Gavarret gebrauchten eine andere Methode. Sie hatten eine Maske, *a* Fig 182., deren Kautschuckrand an das Gesicht fest angelegt werden konnte und die in *c* Glasfenster besaß. Die eine Seitenröhr *cd* war so ventilirt, daß sie leicht Atmosphäre ein-, nicht aber herausließ; die andere *e b* so, daß nur Luft aus-, nicht aber eintreten konnte. Das Ende *f* wurde mit einem Systeme ausgepumpter Ballons verbunden. Da ein graduirter Hahn das Eingangsstück dieses Theiles des Apparates verschloß, so konnte man leicht die Stärke, mit welcher die Luft in die Ballons eingesogen wurde, reguliren.

Fig. 182.



Es strich auf diese Weise ein anhaltender Luftstrom von *d* aus ein und zu *f* heraus. Ein Theil desselben wurde von dem Menschen zu seiner Athmung verwandt. Jeder Versuch der Art dauerte 8 bis 13 Minuten. Die Kohlensäure der Luft wurde als zu unbedeutend außer Acht gelassen. Die Ballons faßten 140426 C. C.

Beide Versuchsmethoden haben den unvermeidlichen Nachtheil, daß man in ihnen immer etwas stärker, als gewöhnlich athmet. Schon der bloße Umstand, daß man weiß, daß man seine Athemverhältnisse beobachtet, zieht diese Folge nach sich. Die erhaltenen Werthe sind daher eher etwas zu hoch, als zu niedrig.

1368 Die absolute Menge der Kohlensäure, die das männliche Geschlecht unter sonst gleichen Verhältnissen innerhalb einer bestimmten Zeit aushaucht, nimmt von frühester Kindheit bis zu 30 Jahren stetig zu. Sie bleibt dagegen später stabiler und sinkt im höheren Greisenalter. Andral und Gavarret fanden nämlich bei Männern:

---

[1]) Andral und Gavarret, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome VIII. Paris, 1843. 8. p. 129 — 150.

Alter der Männer in Jahren.	Stündliche Menge in Grammen. Kohlensäure. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Verbrannter Kohlenstoff. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der Individuen.
8	—	—	18,333	—	—	5,0	1
10	—	—	24,934	—	—	6,8	1
11 bis 15	31,900	27,867	29,480	8,7	7,6	8,04	5
16½ bis 20	41,066	37,400	39,527	11,2	10,2	10,78	5
24 bis 28	51,700	39,600	44,550	14,1	10,8	12,15	6
31 bis 40	44,366	38,133	40,333	12,1	10,4	11,00	5
41 bis 50	39,233	31,167	34,676	10,7	8,5	9,457	4
51 bis 60	49,867	36,667	31,442	13,6	10,0	8,575	4
63 bis 68	45,467	31,900	37,521	12,4	8,7	10,233	3
76	—	—	22,000	—	—	6,00	1
92	—	—	32,267	—	—	8,8	1
102	—	—	21,634	—	—	5,9	1

Die Werthe, die Brunner und ich erhielten [1]), stimmen mit diesen Angaben nahe überein. Wir fanden:

Individuum.	Alter in Jahren.	Stündliche Menge in Grammen. Kohlensäure. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Verbrannter Kohlenstoff. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der Beobachtungen.
Brunner	47	—	—	31,896	—	—	8,699	1
Ich	33	40,664	37,200	39,146	11,035	11,146	10,665	5
Mittel	—	—	—	37,937	—	—	10,337	6

Legt man die Regnault'schen Werthe zum Grunde, so schied Brunner 18,195 Liter Kohlensäure in der Stunde aus. Die Grenzwerthe betrugen für mich [2]) 23,150 bis 21,063 und die Durchschnittszahl glich 22,290 Liter. Die Procentwerthe der Kohlensäure waren für Brunner 3,33 und für mich 4,37 bis 4,14. Anhang Nr. 73.

1369 Das weibliche Geschlecht liefert im Allgemeinen kleinere Größen, als das männliche. Der Unterschied scheint sich schon in leiserer Weise im Kindesalter auszusprechen. Treten die Regeln ein, so erhält sich nach Andral und Gavarret die Kohlensäureausscheidung auf jener niederen Stufe, die früheren Jahren eigen war. Schwinden sie mit vorgerückterem Alter, so hebt sich die absolute Kohlensäuremenge, bleibt aber immer hinter der des Mannes in bedeutendem Grade zurück. Die Schwangerschaft

[1]) Roser und Wunderlich, a. a. O. Seite 394.
[2]) Ebendaselbst, Seite 394 und 395.

vergrößert sie etwas und erhebt sie auf die Stufe, die nicht mehr menstruirten Frauen eigen ist.

1370 Stellen wir uns die Haupttresultate von Andral und Gavarret zusammen, so erhalten wir:

Alter der Frauen in Jahren.	Stündliche Gewichtsmenge in Grm. Kohlensäure. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Verbrannter Kohlenstoff. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Bemerkungen.	Zahl der Individuen.
10 bis 15½	26,033	22,000	23,375	7,1	6,0	6,375	Noch nicht menstruirt	4
15 bis 45	25,666	22,000	23,416	7,0	6,0	6,386	Menstruirt	7
38 bis 66	36,300	24,934	28,640	9,9	6,8	7,811	Nach dem Aufhören der Regeln	9
76	—	—	24,200	—	—	6,6		1
82	—	—	23,416	—	—	6,0		1
18 bis 42	30,800	27,500	29,150	8,4	7,5	7,95	3 bis 8½ Monate schwanger	22

1371 Die Körperbeschaffenheit bestimmt hier in hohem Grade die Einzelwerthe. Die Maxima der in §. 1368. und §. 1370. gegebenen Tabellen kommen meistentheils, doch nicht immer auf die kräftigsten und die Minima auf die schwächlichsten Personen. Die Entwickelung der Muskeln scheint in dieser Beziehung am entscheidendsten einzugreifen.

1372 Die Verdauung, die Körperbewegung und andere aufregende Ursachen erhöhen die Kohlensäurewerthe. Sie sinken dagegen meist zur Hungerzeit, in der Ruhe, im Schlafe und nach dem Genuß geistiger Getränke.

Die Beobachtungen, die Scharling, Hannover, Marchand und Lehmann über die Kohlensäureausscheidung angestellt haben, werden uns bei der Hautausdünstung beschäftigen.

1373 Ich wog entkleidet, als ich 33 Jahr alt war, 54 Kilogr. Da ich aber dann 37,200 bis 40,664 und im Durchschnitt 39,146 Grm. Kohlensäure in der Stunde lieferte, so giebt dieses 0,69 bis 0,75 Grm. für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde. Das Mittel beträgt 0,725 Grm. Die entsprechenden Kohlenstoffgrößen sind 0,188 bis 0,204 und im Durchschnitt 0,198 Grm.

Die von Andral und Gavarret ermittelte Größen gestatten keine sichere Berechnung der Art, weil die gleichzeitigen Körpergewichte unbekannt geblieben sind. Man kann höchstens größere Reihen ihrem mittleren Alter nach zusammenfassen und mit den von Quetelet gegebenen mittleren Körpergewichten entkleideter Menschen vergleichen, um ungefähre Werthe zu erhalten. Versucht man dieses, so ergiebt sich:

Mann.

Alter in Jahren. Grenzen.	Mittleres Alter der untersuchten Menschen.	Mittlere stündliche Kohlensäuremenge in Grm. nach Andral und Gavarret.	Mittleres Körpergewicht des entkleideten Menschen in Kilogrm. nach Quetelet.	Mittlere in Grm. ausgedrückte Menge für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde. Kohlensäure.	Kohlenstoff.
8 bis 15	11,7	27,244	29,00	0,940	0,256
15 bis 20	18,1	39,527	58,17	0,680	0,186
20 bis 30	25,83	44,550	62,94	0,708	0,193
30 bis 40	34,6	40,333	63,66	0,634	0,173
40 bis 50	46	34,676	63,65	0,545	0,149
50 bis 70	60	39,233	61,94	0,633	0,173
70 bis 102	90	25,300	57,83	0,437	0,119
Frau.					
10 bis 15	12,4	23,375	31,07	0,752	0,205
15 bis 45	26,5	23,416	53,59	0,437	0,119
38 bis 82	55,5	27,633	55,14	0,501	0,137
18 bis 42 Jahr alte Schwangere.	28,5	29,150	54,01	0,540	0,147

Der gleiche Theil Körpergewicht scheidet also in den Kinderjahren die größte und in dem Greisenalter die geringste Menge Kohlensäure aus. Die Schwankungen, die sich nach der Tabelle für die Mitteljahre des Mannes ergeben, gestatten noch keine allgemeinen Folgerungen, weil ihnen eine zu geringe Zahl von Beobachtungen zum Grunde liegt. Der große Werth, der für 50 bis 70 Jahre herauskommt, rührt wahrscheinlich davon her, daß zwei ungewöhnlich kräftige Menschen von 60 und 63 Jahren die Gesammtzahlen bedeutend erhöhten. Läßt man sie aus, so erhält man 9,8 Gramm Carbon für 59,2 Jahre und 62,06 Kilogr. Körpergewicht; folglich 0,158 Grm. Kohlenstoff für 1 Kg. und 1 Stunde.

Die Frau hätte, wie man sieht, während ihrer Regelzeit denselben Werth, wie der Greis. Die Schwängere erreichte kaum die Zahl des gereiften Mannes. Die Matrone stände dieser um eine geringe Größe nach.

Die später (§. 1409 fgg.) anzuführenden Untersuchungen von Scharling und Hannover werden uns Gelegenheit geben, einzelne relative Kohlensäuremengen sicherer zu bestimmen.

Ueber das Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem Kohlensäuregehalt der Lungenluft s. Vierordt in R. Wagner's Handwörterbuch Bd. II. S. 896. 897. und §. 1365.

1374 Das Diffusionsverhältniß fodert, daß auf 1 Volumen Kohlensäure 1,17602 Volumen Sauerstoff in Wechselwirkung tritt (§. 158.). Läßt man die Unterschiede der Ausdehnungscoefficienten dieser beiden Gase außer Acht und legt die von Regnault gefundenen Eigenschweren derselben zum Grunde, so folgt, daß 0,8503 Gewichtstheile Sauerstoff einem Gewichtstheile Kohlensäure entsprechen. Die §. 1368. bis 1373. gegebenen Mittelwerthe können dann hiernach berechnet werden.

1375 Da Brunner und ich in den Versuchen, die wir über die absoluten Kohlensäuremengen anstellten, die verhältnißmäßigen Sauerstoffzahlen zu-

gleich bestimmten, so haben wir auf diese Art ein Mittel, die absoluten und relativen Mengen des Sauerstoffs, die wir verzehrten, zu ergründen. Man fußt hierbei nicht bloß auf unmittelbaren Versuchen, sondern hat auch noch den Vortheil, daß bei ihm die Verschiedenheit der Ausdehnungscoefficienten der Kohlensäure und des Sauerstoffes für die gegebenen Wärmegrade berücksichtigt ist. Es ergab sich [1]):

Individuum.	Alter in Jahren.	Stündliche Gewichtsmenge verzehrten Sauerstoffes in Grm. Gefunden.	Theoretisch berechnet.	Zahl der Beobachtungen.
Brunner	47	29,504	27,122	1
Ich	33	33,701	33,324	5
Mittel aus Beiden	—	33,002	32,290	6

Diese Zahlen gelten natürlich ebenfalls für das in geringem Grade verstärkte Athmen. Sie berücksichtigen auch nicht den schwachen Kohlensäuregehalt der eingeathmeten Luft.

1376 Da ich 54 Kilogr. wog, so haben wir 0,624 Grm. der Erfahrung und 0,617 Grm. der Theorie nach für 1 Kilogramm Körpermasse und 1 Stunde.

1377 Wir haben schon früher (§. 1365.) gesehen, daß der Stickstoff keine wesentlichen Veränderungen bei dem regelmäßigen Athmen erleidet. Er steigt nur scheinbar, weil mehr Sauerstoff schwindet, als Kohlensäure austritt. Dieser Satz gilt nur für die Volumenverhältnisse. Die Gewichte zeigen gerade das Umgekehrte. Die Gewichtsprocente des Stickstoffes sinken, weil das schwere Kohlensäuregas die Verhältnißmengen der übrigen leichteren Bestandtheile der Ausathmungsluft herabdrückt und dem Gewichte nach weniger Sauerstoff verloren geht, als Kohlensäure hinzukommt.

Nehmen wir den Mittelwerth der §. 1359. angeführten 13 Athemanalysen als Beispiel. Wir hatten dem Volumen nach 4,099% Kohlensäure, 15,984% Sauerstoff, 79,917% Stickstoff und 4,831% verschluckten Sauerstoffes. Setzen wir voraus, die Atmosphäre enthält 79,185% Stickstoff (§. 1329.), so erhalten wir 0,732% als scheinbaren Ueberschuß. 0,732 gleicht auch 4,831 — 4,099.

Der mittlere Gasdruck (§. 1349.) war in den dreizehn angeführten Analysen 715,149 Mm. und die durchschnittliche Wärme 19°,662 C. Verwandeln wir hiernach die obigen Volumenverhältnisse in Gewichtsprocente, indem wir die verschiedenen Ausdehnungscoefficienten der Kohlensäure, so wie des Sauerstoffes und Stickstoffes, berücksichtigen, so erhalten wir 6,166% Kohlensäure, 17,401% Sauerstoff, 76,433% Stickstoff und

Anhang Nr. 72. u. 74

[1]) Die Grundwerthe siehe in Roser und Wunderlich a. a. O.

5,613% verschwundenen Sauerstoffes. Da aber die Atmosphäre 76,986 Gewichtsprocente Stickstoff enthält, so haben wir hier 0,553% als negativen Werth. 0,553 ist wieder = 6,166 — 5,613.

Diese doppelte Bestimmung kann uns zugleich anschaulich machen, wie leicht scheinbar bedeutende Abweichungen der gegenseitigen Verhältnisse durch die Verschiedenheit der Ausdehnungscoëfficienten der Kohlensäure und des Sauerstoffes entstehen. Wir haben 4,099 Volumenprocente ausgeschiedener Kohlensäure und 4,831% verschluckten Sauerstoffes. Beide verhalten sich also zu einander, wie 1:1,17858. Da das Diffusionsverhältniß 1:1,17602 war, so haben wir + 0,00256 oder $1/_{457}$ des gefundenen Werthes Unterschied. Glich aber die Gewichtsmenge des verschwundenen Sauerstoffes 5,613% und der frei gewordenen Kohlensäure 6,166%, so haben wir 1:1,09870, mithin — 0,07732 oder etwas weniger als $1/_{14}$ Abweichung.

Die Ausathmungsgase führen noch sehr geringe Mengen organischer Stoffe. Der Geruch erkennt sie in manchen Menschen und Zuständen am leichtesten. Sie verrathen sich auch oft dadurch, daß sich die Schwefelsäure, durch welche man längere Zeit athmet, gelblich färbt. Diese Veränderung bleibt jedoch auch in manchen Fällen aus. 1378

Collard de Martigny giebt an, daß die organischen Verbindungen, die mit dem Athem davongehen, 0,003% betragen. Da aber bis jetzt kein Reagenz, durch welches man sie sämmtlich festhalten könnte, bekannt ist, so gewähren solche Zahlenwerthe keine vollkommene Sicherheit. Bedenkt man z. B., daß ich, dessen Athem keinen Geruch verbreitet, mehr als 500 Athemzüge durch eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd zu wiederholten Malen trieb, ohne eine Spur einer Veränderung zu erhalten, so muß die Menge von organischen Stoffen, die in dem Ausathmungsgas enthalten waren, sehr gering gewesen sein.

Die von mir ausgeathmete Luft enthielt keine Spuren von Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff oder Ammoniak. Marchand machte die gleiche Erfahrung, was die drei ersteren Gase betrifft. Spuren von Ammoniak würden dagegen nach ihm und Pettenkofer[1]) in dem Athem vorhanden sein. Ich vermochte dieses weder an mir, noch an meinem Gehilfen mit Sicherheit zu beobachten. Da das Blut kohlensaueres Ammoniak in Zersetzungskrankheiten enthält, so könnte es hier leicht durch die Lungen theilweise abdunsten. 1379

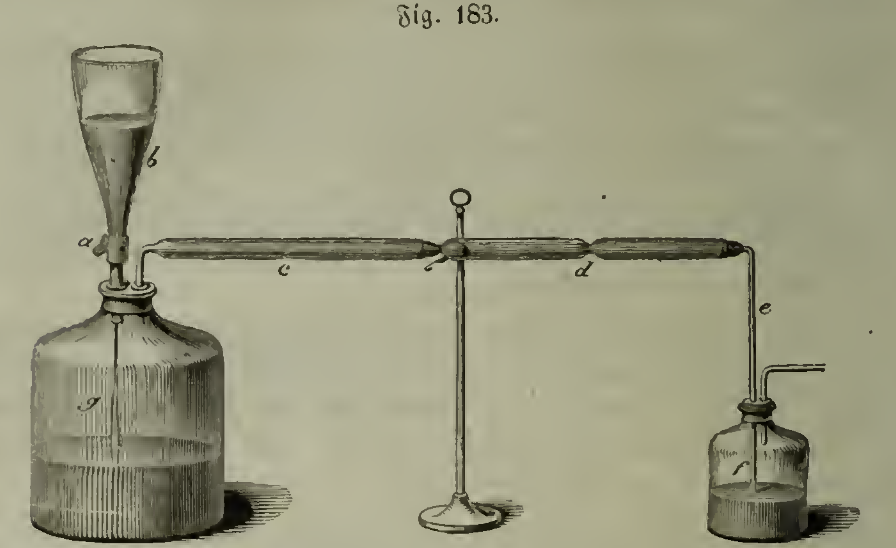
Brunner und ich bedienten sich folgenden Apparates, um die Anwesenheit von Wasserstoff, Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff im Athem zu ermitteln. Eine mit meinem Ausathmungsgase gefüllte Flasche wurde einerseits, wie es Fig. 183. S. 588. zeigt, mit einem mittelst eines Hahnes *a* verschließbaren Trichter *b* und andererseits mit einem Röhrensystem in Verbindung gebracht. Dieses bestand 1) aus einer großen Röhre mit Kalk, der mit Kalilösung durchtränkt war, 2) einer zweiten großen Röhre von Bimsstein und Schwefelsäure, 3) einem kleinen Rohre mit frisch bereitetem Kupferoxyd, das kohlensäure- und wasserfrei war, 4) einer gewogenen Wasserröhre und 5) einer Woulf'schen Flasche mit Kalkwasser. Nun wurde 3 glühend erhalten und das Ausathmungsgas, dessen Volumen 12,977 Liter betrug, langsam durch Eingießen von Salzwasser in den Trichter in das Röhrensystem getrieben. Die Wasserröhre 4 nahm nicht zu und das Kalkwasser trübte sich nicht in vier Versuchen. Ich hungerte dabei 1 Mal, hatte 2 Mal 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden vorher Fleisch und Brot gefrühstückt und 1 Mal 1 Stunde vorher zu Mittag gegessen.

---

[1]) Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. Bd. I. Erlangen, 1845. 4. Seite 94.

1 hielt die Kohlensäure und 2 das Wasser zurück. Das trockene übrige Ausathmungsgas strich dann durch das glühende Kupferoxyd, das Sauerstoff abgab. Enthielt es Wasserstoff, Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoff, so mußten sich Wasser und Kohlensäure

Fig. 183.



erzeugen, 4 an Gewicht zunehmen und 5 getrübt werden. Keines von beiden geschah. 4 wurde ein Mal schwerer. — Es rührte aber nur davon her, daß sich Flüssigkeit bei dem Erkalten des Kupferoxyds von 5 nach 4 hinauf gezogen hatte.

Die Röhre 2 muß sehr viel Schwefelsäure enthalten, damit sie wo möglich die organischen Stoffe des Athmungsgases nicht weiter dringen lasse oder wenigstens größtentheils verkohle.

Da die Bestimmung durch Salzsäure und Platinchlorid bei sehr kleinen Mengen von Ammoniak mit Leichtigkeit täuschen kann (§. 1342.), so wählte ich Chlorzink als Prüfungsmittel. Ich füllte eine woulfsche Flasche mit einer vollkommen klaren Mischung von destillirtem Wasser und einigen Tropfen Chlorzinklösung, befestigte ein Mundstück an die Eintauchsröhre und athmete selbst 800 Mal durch. Da sich auch nicht die geringste Spur einer Veränderung zeigte, so ließ ich noch meinen Gehilfen 500 Mal durch dieselbe Mischung athmen. Die Flüssigkeit blieb so hell, als sie früher gewesen war. Schlagen wir den Athemzug zu 500 C. C. an (§. 1347.), so waren im Ganzen 650 Liter Ausathmungsluft durchgegangen.

Ich blies nun durch den Ausathmungsapparat zwei Mal Cigarrenrauch. Es entstand auf der Stelle ein reichlicher weißer Niederschlag.

1380 Die gesammte Betrachtung der Beschaffenheit der Ausathmungsluft hat uns zu dem Ergebnisse geführt, daß dem Raume nach mehr Sauerstoff in den Körper übergeht, als Kohlensäure austritt. Da nur dem Volumen nach ein Theil Sauerstoff einem Theile Kohlensäure entspricht, so muß eine gewisse Menge Sauerstoff, die nicht später als Kohlensäure austreten kann, übrig bleiben. Es wäre denkbar, daß diese durch andere Absonderungen davon gehe. Wir werden aber später finden, daß die bis jetzt beobachteten Ernährungserscheinungen gegen diese Vermuthung in hohem Grade sprechen. Man kann vielmehr mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der überschüssige Sauerstoff zur Oxydation des Wasserstoffes der organischen Substanzen und zur Wasserbildung, wie bei den Elementaranalysen verwandt werde.

1381 Es läßt sich nicht bestimmen, ob das auf diesem Wege erzeugte Wasser mit der Lungenausdünstung oder auf anderem Wege austritt. Wir

werden nur in der Folge sehen, daß die Wassermengen, die wir durch unseren Athem verlieren, die, welche sich auf Kosten des eingeathmeten Sauerstoffes erzeugen können, bedeutend übertreffen.

Ginge die Kohlensäure, die wir abscheiden, aus der unmittelbaren Verbrennung der Kohle hervor, so ließe sich aus der Menge der frei werdenden Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes berechnen, wie viel Wasserstoff in Folge des Athmens verbrennt. Gleicht das Atomgewicht der Kohle 75, so enthält ein Theil Kohlensäure 0,27273 Theile Kohle und 0,72727 Sauerstoff. Würden aber 0,8503 Theile Sauerstoff für einen Gewichtstheil Kohlensäure verschluckt, so blieben noch 0,1330 Theile Sauerstoff zur Wasserbildung übrig. Diese entsprechen 0,0166 Wasserstoff und 0,1496 Theilen Wasser. Der oxydirte Wasserstoff betrüge hiernach $1/_{16}$ bis $1/_{17}$ des oxydirten Kohlenstoffes und das unmittelbar erzeugte Wasser beinahe $1/_{7}$ der ausgeschiedenen Kohlensäure.

Diese Bestimmungsweise ist aber deshalb unstatthaft, weil nicht die einfachen Körper der Kohle und des Wasserstoffes, sondern organische Verbindungen in unserem Körper verbrennen. Sie enthalten schon gewisse Mengen von Sauerstoff. Die Menge des überschüssigen Sauerstoffes wird hierdurch vergrößert. Er kann dann zur Bildung von Wasser oder zur höheren Oxydation der Bestandtheile der flüssigen Absonderungen verbraucht werden.

1382 Gase und Färbung des Blutes. — Die älteren Untersuchungen ließen es unbestimmt, ob sich die Gase, die bei dem Athmen in Betracht kommen, mittelst der Luftpumpe oder durch andere elastisch-flüssige Verbindungen aus dem Blute abscheiden lassen. Die Erfahrungen von van Erschut[1]), Bischoff[2]) und Magnus[3]) lehrten zuerst, daß dieses in der That der Fall ist. Spätere Untersuchungen von Magendie[4]), Magnus[5]) und Marchand[6]) haben das Gleiche bestättigt.

Alle diese Bemühungen zeigten, daß beide Blutarten Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff unter geeigneten Verhältnissen entlassen. Sie bestättigten zugleich, daß das Blut ein weit größeres Absorptionsvermögen für Kohlensäure, als für Sauerstoff hat (§. 156.).

Wird die Kohlensäure des Blutes durch ein anderes Gas ausgetrieben, so kann es in zweierlei Zuständen in ihm enthalten gewesen sein. Es war einfach absorbirt oder hatte sich mit einem anderen Körper, von dem es sich bald wieder trennt, verbunden. Leitet man einen Strom von Atmosphäre durch eine Lösung von doppeltkohlensauerem Natron, so entweicht Kohlensäure in reichlichster Menge. Diese Gasentwickelung hört

---

[1]) F. Th. van Enschut, Diss. de respirationis chemismo. Trajecti ad Rhen. 1836. 8. pag. 153 fgg.

[2]) Th. L. W. Bischoff, De novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis. Heidelbergae, 1837. 4. p. 17 sqq.

[3]) Magnus, in Poggendorff's Annalen. Bd. XL. S. 583.

[4]) Gay-Lussac, in den Comptes rendus. Tome XVIII. Paris, 1844. 4. p. 554.

[5]) Magnus, a. a. O. Bd. LXVI.

[6]) Marchand, in s. und Erdmann's Journal. Bd. XXV. S. 378. und Bd. XXVIII. Seite 273.

wahrscheinlich erst auf, wenn sich ein einfaches kohlensaueres Salz gebildet hat.

Genaue Zahlenbestimmungen lassen sich auf diesem Wege nicht erhalten, weil die Methoden der Untersuchung zu unbestimmt sind und vielleicht auch die Gerinnung des Blutes störend eingreift. Magnus fand, daß die Blutmasse des Kalbes, des Rindes und des Pferdes dem Volumen nach 10 bis 12,5% Sauerstoff und 1,7 bis 3,3% Stickstoff bei 0° C. und dem mittleren Barometerstande enthielt. Wurde Kalbsblut mit Kohlensäure geschüttelt, so verschluckte es von dieser 154 auf 100 Volumen und gab dafür 11,6% Sauerstoff ab. Behandelte man es dann mit Atmosphäre, so nahm es 15,8 Sauerstoff auf und ließ 138,4 Kohlensäure austreten [1]. Vergl. § 1891.

1383 Die Ursachen der Farbenunterschiede, die das arterielle und venöse Blut darbieten, sind bis jetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelt worden. Lassen wir Venenblut an der Luft stehen, so wird der Theil, der mit der Atmosphäre in Berührung kommt, hochroth, der übrige dagegen bleibt dunkel. Sauerstoff röthet das Blut rasch, Kohlensäure dagegen und andere Gase, wie Kohlenwasserstoff oder Schwefelwasserstoff, machen es dunkler roth bis schwarz. Manche leiten diese Farbenveränderungen von chemischen Erscheinungen, Andere nur von der mechanischen Absorption der Gase her.

1384 Einzelne Reagentien ändern die Farbe des Blutes in beständiger Weise. Die Wirkung von anderen hängt von ihrem Dichtigkeitsgrade ab. Diese und ähnliche Verhältnisse mögen die Verschiedenheit der Angaben der Schriftsteller verursacht haben. Manche giftige Stoffe, die dem lebenden Körper einverleibt das Blut dunkel machen, lassen es nach dem Tode unverändert.

Halten wir uns an die ausführliche Versuchsreihe von Hamburger [2]) und sondern die untersuchten Körper, je nachdem sie das Blut heller oder dunkeler färben, so erhalten wir:

1) Die Blutmasse wird hellroth durch: kohlensauere Alkalien, essigsaueres Kali, essigsaueres Ammoniak, Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorbaryum, phosphorsaueres Natron, Salpeter, Jodkalium, Jodeisen, schwefelsaueres Eisenoxydul, Eisenkaliumcyanür, essigsaueres Bleioxyd und schwefelsaueres Zinkoxyd, so wie durch concentrirte Lösungen von schwefelsaueren Verbindungen des Kali, des Natron und der Magnesia, des salzsaueren Kalkes, des weinsteinsaueren Kalis, des Borax, des Tartarus natronatus und boraxatus.

2) Es färbt sich braunroth bis schwarz durch: concentrirte Mineralsäuren, verdünnte Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Phosphorsäure, arsenigte Säure, Essigsäure, Citronensäure, Kleesäure, Weinsteinsäure, Jod, kaustisches Kali und Natron, Alaun, Schwefelkalium, Schwefelammonium, chlorsaueres Kali, salpetersaueres Silberoxyd, salpetersaueres Wismuthoxyd, essigsaueres Kupfer, schwefelsaueres Kupferoxyd, schwefelsaueres Kupferammoniak, Chloreisen, essigsaueres Zink, salpetersaueres Strychnin, Stärkmehl, arabisches Gummi, Zucker, Kirschlorbeerwasser, Abkochungen von Fingerhut, Taback Eichenrinde, China, Kino, Galläpfeltinctur, schwefelsaueres Chinin und Chinoidin, Kreosot, und sehr verdünnte Lösungen von schwefelsauerem Kali, Natron und Talk, salzsauerem Kalk, weinsteinsauerem Kali, Borax, Tartarus natronatus und Tartarus boraxatus.

Sublimat und salpetersaueres Quecksilberoxydul erzeugen sogleich nach Hamburger weiße geronnene Massen (?). Opium, starke Abkochungen von Brechnuß, von Coloquinthen,

---

[1]) J. F. Heller, Archiv für physiologische und pathologische Chemie. Wien, 1845. 8. Seite 474.

[2]) L. Hamburger, Experimenta circa sanguinis coagulationem. Specimen primum. Berolini, 1839. 8. p. 32 — 46.

Jalappa, Zeitlosenwurzel, Ippecacuanha und gebrannter Kaffe führten keine wesentliche Veränderung herbei. Die meisten Körper, die das Blut hellroth färben, machen es auch flüssiger, während die, die es dunkeler werden lassen, seine Gerinnung begünstigen.

1385 Da der Farbestoff des Blutes die augenfälligsten Unterschiede, die das arterielle und venöse Blut zeigen, hervorruft und die Blutkörperchen die Hauptmasse desselben führen, so liegt es nahe, die vorzüglichsten Träger der Athmung in ihnen zu finden. Diese von Schultz, Liebig, Dumas u. A. vertheidigte Ansicht hat im Ganzen das Meiste für sich. Die Art, wie aber der Sauerstoff auf sie wirkt, ist noch gänzlich unbekannt

Eine ausführliche Kritik der hier in Betracht kommenden Punkte giebt Marchand in s. und Erdmann's Journal für praktische Chemie. Bd. XXXVIII. Leipzig, 1846. S. 273—282.

3. Mechanische und chemische Athmungshindernisse.

1386 Da die Athmung die übrigen Körperthätigkeiten in hohem Grade bestimmt, so wird sich binnen Kurzem jede Störung, die diese Erscheinungen trifft, den übrigen Gebilden mittheilen. Die Erstickung greift bald tiefer ein und kann das Leben in wenigen Augenblicken vernichten.

1387 Die Kohlensäure, die wir ausathmen, giebt hierzu am leichtesten Veranlassung. Sie eignet sich nicht nur nicht, das Athmen zu unterhalten, sondern wird auch mit vieler Begierde vom Blute aufgenommen, hindert die Umwandlung der Blutmasse und wirkt auf diese Art giftartig. Befindet sich ein Mensch oder ein Thier in einem engen, eingeschlossenen Raume, so schwängert er ihn bald mit übermäßigen Mengen von Kohlensäure. Er verunreinigt die Luft, die er einathmen soll, mit einer Verbindung, die sich rasch in seinem Blute anhäuft und jede regelrechte Veränderung dieser Hauptflüssigkeit seines Körpers hemmt.

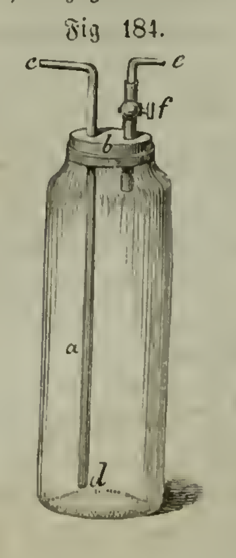
Enthält die Luft beträchtlichere Mengen von Kohlensäure, so wird bald das Athmen beschwerlich. Führt sie mehr als 4% dieses Gases, so geben sich schon die nachtheiligen Folgen binnen Kurzem zu erkennen. Ist der Raum abgeschlossen, so daß der Kohlensäuregehalt durch den Respirationsproceß erhöht wird, so gehen die Thiere in nicht langer Zeit an Erstickung zu Grunde. Die näheren Verhältnisse dieser Erscheinung werden uns in der Ausdünstungslehre beschäftigen.

1388 Gährungs- und Verbrennungsprocesse schwängern häufig die Atmosphäre mit Kohlensäure und anderen schädlichen Gasarten. Alte Brunnenräume, Gräber, Zimmer, in denen junge Weine oder andere Getränke gähren, werden daher leicht dem Leben gefährlich. Verweilt ein Mensch in ihnen, so wird sein Kopf eingenommen, seine Sinne verdunkeln sich, es entsteht Schwindel, Ohnmacht und Bewußtlosigkeit. Die Athmungsnoth giebt sich im Anfang durch angestrengtere Athembewegungen und heftiges Klopfen der Bauchdecken zu erkennen. Steigern sich die Beschwerden stufenweise, so wird der Mensch immer unruhiger und sucht sich durch tiefere Einathmungen, durch kraftvollere Bewegungen seiner gesammten Athemmusculatur zu helfen. Dringt das Unglück plötzlicher ein, so mangelt

auch jener Sturm. Die Ruhe der Schlafsucht folgt rascher auf den regelrechten Zustand. Das Blut wird immer dunkeler; die Lippen und andere zarthäutige Theile färben sich dunkelblau, die Venen strotzen, es kommt Schaum zum Munde hervor. Das Athmen wird röchelnd; es verlangsamt sich, steht einige Zeit still, um durch einen tiefen Ein- oder Ausathmungsversuch unterbrochen zu werden, und hört endlich gänzlich auf. Allgemeine Krämpfe oder leisere Zuckungen der Gesichtsmuskeln können unmittelbar dem Tode vorangehen.

Die gefahrvollsten Zeichen der Art heben sich bisweilen, sobald nur neue gute Atmosphäre zugeleitet wird. Man kann dieses durch einen Versuch anschaulich machen. Man sperrt Mäuse oder Meerschweinchen in einen Behälter, *a* Fig. 184., den ein Deckel *b* luftdicht verschließt. Eine gebogene Zuleitungsröhre *c d* reicht bis fast an den Boden von *a*; eine zweite *e* steht mit einer durch den Hahn *f* verschließbaren Röhre *g* in Verbindung. Ist der Hahn *f* zugemacht und selbst *c* offen, so dauert es nicht lange, daß die Thiere Bauchathmung und bald darauf Krämpfe bekommen und scheintodt hinfallen. Man kann sie noch eine Zeit lang in diesem Zustande lassen. Bringt man dann c oder *e* mit einem Aspirator in Verbindung, öffnet *f* und leitet einen Luftstrom rasch durch, so erholen sich die Thierchen innerhalb nicht gar langer Zeit so vollständig, daß man nicht errathen würde, was mit ihnen vorgegangen ist. Sie haben im Anfange noch etwas Bauchathmung, verlieren sie aber auch in der Folge. Kalte Luft scheint hierbei kräftiger als warme zu wirken.

Fig 184.



Athmet man reine Kohlensäure ein, so empfindet man sogleich nach Davy einen stechend saueren Geschmack im Munde und dem Schlunde und ein heftiges Brennen im Zäpfchen. Hält man nur den Kopf über eine mit gährender Flüssigkeit gefüllte Bierwanne, so verengert sich bisweilen die Stimmritze auf krampfhafte Weise, so daß das Athmen beschwerlich wird.

1389 Ist die Luftröhre verschlossen, so steht natürlich nur die in den Lungen enthaltene Luft zum Athmen zu Gebote. Sie wird in wenigen Augenblicken mit großen Kohlensäuremengen geschwängert und führt so die Erstickung herbei. Das Erhenken, der mechanische Verschluß der Stimmritze, Unwegsamkeit des Kehlkopfes und der Luftröhre und Lähmungen der Athemmuskeln tödten auf diese Weise.

1390 Das Gesicht und der Kopf füllen sich dann mit dem immer dunkeler werdenden Blute strotzend an. Funkensehen, Ohrensausen und kalte Schweiße folgen binnen Kurzem nach. Der Mensch wirft sich in seiner Athmungsnoth ungeduldig hin und her, klammert sich in seiner Angst an die nächsten festen Gegenstände und stemmt sich gegen sie mit seinen Armen, um die Möglichkeit der Erweiterung des Brustkastens durch eine ausgedehntere Fixation zu vergrößern. Der Puls, der im Anfange beschleunigt ist, wird nach und nach langsamer, kleiner und unterdrückter. Die Bauchathmung verstärkt sich immer mehr und allgemeine Krämpfe treten bald hervor. Sie werden nicht selten bei Erhenkten so heftig, daß sich einzelne Glieder verrenken. Das Bewußtsein schwindet indeß, das strotzende Gesicht wird dunkelblau, die Zunge tritt zum Munde heraus. Die Augen rollen mit Heftigkeit in den Augenhöhlen. Koth, Urin und Samen gehen bisweilen unwillkührlich ab. Der Sturm beruhigt sich endlich und einzelne tiefe

Athembewegungen, die immer schwächer werden und in stets längeren Pausen eintreten, gehen dem Erlöschen der Lebensflamme voran. Eine leise Ausathmung beschließt häufig den Todeskampf.

1391 Alles Blut der Leiche ist dunkelblau bis schwarz gefärbt. Das rechte Herz oder beide Kammern, die größeren Körpergefäße, die Lungen und das Gehirn sind mit ihm strotzend gefüllt. Die Todtenstarre tritt häufig binnen Kurzem in auffallendem Maaße hervor.

Will man die Verhältnisse des Blutdruckes, wie sie sich in dem Erstickungstode kundgeben, ermitteln, so öffnet man die Luftröhre, bindet in sie eine Hahnröhre und setzt den Blutkraftmesser in Körpergefäße ein. Ist Alles vorbereitet, so schließt man den Hahn. Reid [1]) fand auf diese Weise, daß sich die Spannung des Schlagaderblutes nur wenig in der ersten halben Minute, die nach dem Abschluß des Hahnes verflossen war, ändert. Bekommt das Thier Krämpfe gegen Ende der ersten und im Anfange der zweiten Minute, so vergrößert sie sich. Sie erhöht sich noch mehr, wenn es in Empfindungslosigkeit verfällt. Die Hals- und die Schenkelblutader zeigen aber dann nach Reid den gleichen Druck, wie während der regelrechten Athmung. Nähert sich der Augenblick des Todes, so sinkt die Pressung in allen Gefäßen.

Der Blutkraftmesser kann auch noch dienen, die Wirkungen der Athmungsnoth, welche die Erstickung begleitet, zu verfolgen. Hat man einen elastischen Katheter, *h* Fig. 185, mit dem Ansatze *g f* luftdicht verbunden, so befestigt man ihn in der querdurchschnittenen Luftröhre eines Thieres. Steht das Quecksilber bei 0° der Skale, so bleibt nur die in *b a f g h* befindliche Luft zum Athmen übrig. Die Erstickung findet sich binnen Kurzem ein und das Spiel der Quecksilbersäule giebt das Maaß der dann thätigen Athmungsanstrengungen.

Fig. 185.

Die Zahlenwerthe, die man auf diesem Wege erhält, zeigen nicht immer eine solche Regelmäßigkeit, daß sie sich auf bestimmte, stets wiederkehrende Gesetze zurückführen ließen. Es kommen bald heftigere, bald leisere Athmungsstöße. Es ereignet sich aber bisweilen, daß die Mittelwerthe einzelner Zeitabschnitte einen bestimmteren Gang der Athmungsangst andeuten. Ein solcher Versuch, der an einem 1039,6 Gramm schweren Kaninchen angestellt worden, kann uns als Beispiel dienen.

Der zu Dienste stehende Luftraum betrug hier 17 Cubikcentimeter. 3 Minuten und 35 Secunden verstrichen zwischen der Einführung des Blutkraftmessers und der letzten Ausathmung. Es ergab sich:

---

[1]) J. Reid, in Froriep's neuen Notizen, August, 1842. 4. Nr. 492. S. 185 fgg.

Zeit.	Mittlerer hydrostatischer Athemdruck in Millimeter Quecksilber.		Zeit.	Mittlerer hydrostatischer Athemdruck in Millimeter Quecksilber.	
	Einathmung	Ausathmung.		Einathmung.	Ausathmung.
Erste halbe Minute	— 33,32	+ 33,32	Vierte halbe Minute	— 50,00	+ 30,00
Zweite	— 55,00	+ 52,50	Fünfte	— 26,66	+ 46,66
Dritte	— 62,32	+ 62,22	Sechste	— 13,32	+ 16,66
			Siebente	—	+ 5,00

Die Athembewegungen verstärkten sich also hier bis zur dritten halben Minute und sanken später allmählig bis zum Tode. Die Ausathmung übertraf die Einathmung in den letzten Lebensaugenblicken.

1392 Die übrigen schädlichen Gase hindern die Athmung auf mechanischem oder chemischem Wege. Sie reizen die Lungen, erregen Husten, verschließen oder verengern die Stimmritze und hemmen überdieß oft die nöthige Umwandlung des venösen in arterielles Blut. Chlor-, Jod- und Bromdampf, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Stickoxydul, Stickoxyd, Cyan, die Dünste der schwefeligen Säure, der Schwefelsäure, der Salzsäure, der Salpetersäure, des Phosphors und der Verbrennungsproducte desselben; Phosphorwasserstoff, Fluorbor, Fluorsilicium, Arsenikwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak u. dgl. gehören in diese Kategorie. (Vergl. §. 1792.)

Nysten giebt an, daß Kohlenoxydgas in die Lungenfellhöhle von Thieren ohne Nachtheil eingespritzt werden könne. Athmet man es ein, so betäubt es sehr schnell. Das Bewußtsein stellt sich zwar wieder durch die Aufnahme von Sauerstoff her. Uebelkeiten, Sinnestäuschungen, fieberhafte Aufregung, Schwindel und Schlafsucht bleiben aber nach Higgins für längere Zeit zurück. Grubenarbeiter scheinen oft Kohlenwasserstoff, das in sehr geringen Mengen der Luft beigemengt ist, ohne Schaden einzuathmen. Davy fand aber, daß ein Athemzug einer Mischung, die 2 Theile Atmosphäre und 3 Theile Kohlenwasserstoff enthielt, Kopfweh, Schwindel und Gliederschwäche auf der Stelle veranlaßte. Wollte er das Gas in reinem Zustande einathmen, so erzeugte schon der erste Athemzug ein Gefühl von Erstarrung der Brustmuskeln, das sich bei dem zweiten erhöhte. Der dritte hatte Bewußtlosigkeit zur Folge und hinterließ Schwäche, Schwindel und gelindes Kopfweh, das den ganzen Tag hindurch fortdauerte.

Die Luft, die durch verbrennende oder glimmende Kohlen erzeugt wird, führt Kohlensäure und Kohlenoxyd oder Kohlenwasserstoffgas. Die letzteren Verbindungen häufen sich um so mehr, je langsamer und unvollständiger die Verbrennung vor sich geht.

Stickstoffoxydul bedingt einen lustigen Rausch und Lachen, wie in der Trunkenheit [1]). Athmen es Kaninchen ein, so scheiden sie nach Zimmermann [2]) mehr Kohlensäure aus und verschlucken eine größere Menge von Sauerstoff. Sie werden wärmer und verlieren mehr von ihrem Körpergewicht.

Der Schwefelwasserstoff gehört zu den schädlichsten Gasarten, die es überhaupt giebt. Thénard und Dupuytren fanden, daß schon $^1/_{800}$ einen Hund und $^1/_{1500}$ einen Vogel tödtet. Ein Pferd, dem ein Quart dieser Luft in den After gespritzt wurde, starb nach Chaussier in einer Minute. Da die Fäulniß der Excremente und anderer organischer

---

[1]) Ueber diese und andere Gasarten s. H. Davy, physiologisch-chemische Untersuchungen über das Athmen, besonders über das Athmen von oxydirtem Stickgas. Aus dem Englischen. Lemgo, 1814. 8. S. 102.

[2]) C. P. Zimmermann, Commentatio inauguralis de respiratione Nitrogenii oxydulati. Marburgi. 1844. 4. pag. 26.

Theile Schwefelwasserstoff frei werden läßt, so liegt hierin eine Hauptgefahr für das Leben des Menschen und der Thiere. Die schädlichen Wirkungen der Ausdünstung alter Cloaken, enger Grüfte und ähnlicher Oertlichkeiten rührt zum Theil von Schwefelwasserstoff, zum Theil aber auch von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Ammoniak und vielleicht von manchen organischen Dünsten her. Einzelne Forscher suchen die Ursache der verpestenden Wirkung der Luft an der westlichen Küste von Afrika oder in den italienischen Maremmen in dem Schwefelwasserstoffgehalt der Atmosphäre (Daniell[1]) und Davy[2]). 1 Volumen Wasser absorbirt nach Saussure 1,06 Vol. Kohlensäure und 2,53 Vol. Schwefelwasserstoff. Dieser Werth steigert sich sogar auf 1,86 und 6,06 für 1 Vol. luftleeren Weingeistes von 0,84 Eigenschwere. Wir können hiernach vermuthen, daß auch das Blut das Schwefelwasserstoffgas mit noch größerer Begierde, als die Kohlensäure anziehen werde. Insekten sterben in ihm in wenigen Augenblicken.

Die schädlichen Wirkungen der Producte der Phosphorverbrennung, des Arsenikwasserstoffes und anderer Gase werden uns bei den Ernährungserscheinungen beschäftigen. Die nachtheiligen Einflüsse der Hunds- und der Ammoniakgrotte bei Neapel schildert C. James in s. Voyage scientifique à Naples avec Mr. Magendie. Paris, 1844. 8.

1393 Athmet ein Mensch oder ein Thier eine ungewöhnliche Luftart ein, so ändert sich auch natürlich die Beschaffenheit der aus dem Blute davongehenden Gase. Allen und Pepys geben an, daß Geschöpfe, die reines Wasserstoffgas einathmen, Stickstoff ausscheiden. Es wäre möglich, daß schon etwas Aehnliches bei einer zu kohlensäurehaltigen Atmosphäre einträte.

---

[1]) Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome III. Paris, 1841. 8. p. 331.
[2]) Ebendaselbst, p. 344.

Ausdünstung.

1394 Gesammtausdünstung und Hautausdünstung. — Der Austritt von Wasserdunst und Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff, welche die Hauptthätigkeit der Athmungswerkzeuge bildet, wiederholt sich wahrscheinlich an allen freien Oberflächen, die mit der Luft in Berührung kommen. Die Erscheinungen halten sich aber in dem geschlossenen Darmrohre, dem äußeren Gehörgange und der Scheide in engeren Grenzen, weil hier die zu Gebote stehenden Gasmassen kleiner sind und in geringerem Grade wechseln. Die Mund-Rachenhöhle erfreut sich zwar in dieser Hinsicht günstigerer Bedingungen. Ihre starken Epithelialbildungen und ihre verhältnißmäßig geringere Blutmasse vermindern aber auch vermuthlich den Wechsel der Gase.

1395 Die äußere Haut greift hier vorzugsweise ein. Die Luftmassen, mit denen sie in Wechselwirkung tritt, können im Freien als unendlich groß in Verhältniß zu unserem Körper angesehen werden. Die Wasserdämpfe, die davon gehen, werden daher nur durch die Wärme, die Schnelligkeit des Austritts und unsere eigenen Zustände bestimmt werden. Die Oberhaut dagegen schließt die Blutmasse, die in der Lederhaut kreist, stärker, als das Lungenepithelium ab. Da die Haut im Ganzen weniger Blut, als die Lungen im Verhältniß zu ihrer Masse empfängt, so wird hier die Wechselwirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffes der, welche in den Athmungswerkzeugen eingeleitet wird, nachstehen.

1396 Die Mengen von Wasserdampf oder Wasser, von Kohlensäure und flüchtigen organischen Verbindungen, die unsere Haut entläßt, und die Sauerstoffmassen, die hier aufgenommen werden, bestimmen die Hautausdünstung. Sie ergänzt die Lungenausdünstung. Beide zusammen umfassen die Producte unserer Ausdünstung überhaupt.

1397 Da sich die Wasserdämpfe, die Kohlensäure und der Sauerstoff dem Anblicke des Auges entziehen, so nennt man auch den durch sie verursachten Verlust des Körpers die insensiblen Ausgaben oder die Perspiration. Koth, Urin und andere den Organismus verlassende Absonderungen dagegen heißen die sensiblen Ausgaben.

1398 Das Körpergewicht eines gesunden Erwachsenen ändert sich in 24 Stunden nur um so viel, als eine eben eingenommene Mahlzeit oder eine starke Koth- oder Harnentleerung beträgt. Vergleicht man eine Reihe von Tagen unter einander, so gleicht sich die Schwankung ziemlich aus. Hält man sich daher an das tägliche Mittel, so ist man im Stande, die Körpermasse als beständig anzusehen.

1399 Kennt man die durchschnittlichen Mengen der eingenommenen Nahrung

und die der sensiblen Ausleerungen, so muß natürlich der Unterschied dieser beiden Größen das Gewicht des Perspirationsverlustes geben. Er umfaßt das Wasser, das wir als solches und die Verbrennungsstoffe, die wir als Kohlensäure und Wasser und vielleicht auch als Stickstoffverbindungen (§ 1379.) auf dem Wege der Ausdünstung verlieren. Die Perspiration giebt mithin die Summen der davongehenden Kohlensäure- und Wassermengen minus den eingenommenen Sauerstoffmassen.

1400 Wäßrige Hautausdünstung. — Denken wir uns die Haut als eine Blase, die das feuchtigkeitsreiche Blut umschließt, so wird so viel Wasser verdunsten, als die zunächst angrenzenden Luftschichten ihrer Wärme gemäß aufnehmen können. Da aber die Durchschnittstemperatur der menschlichen Haut 34° bis 35° C. beträgt (§. 271.), so wird sie die benachbarte Atmosphäre, die in der Regel kälter ist, erwärmen. Eine größere Masse von Wasserdünsten kann dann davongehen. Der Grad, in dem dieses geschieht, muß von der Dauer, während der dieselbe Luftschicht an der Haut verweilt, und von anderen Nebenverhältnissen abhängen. Die möglichen Schwankungen haben daher hier wahrscheinlich eine größere Breite, als in der Lungenausdünstung.

1401 Das Blut, das in der Haut strömt, wechselt seiner Menge nach mit der Füllung der Gefäße. Der Druck, unter dem es fließt, bleibt sich ebenfalls nicht unter allen Verhältnissen gleich. Es scheidet gewöhnlich nur so viel wäßrige Lösungen ab, daß ein großer Theil an der Oberhaut verdunstet, diese selbst aber ihre lufttrockene Beschaffenheit beibehält. Wird aber der eben erwähnten Wechselbedingungen wegen mehr ausgesondert, so tritt ein Theil in der Form von Tropfen, d. h. als Schweiß, hervor. Wir schwitzen daher nicht, weil die uns umgebende Atmosphäre wärmer ist, sondern weil dieser Einfluß eine übermäßig erhöhte Blutströmung in unserer Haut anregt.

Die näheren Verhältnisse des Schweißes werden uns bei den Absonderungen der Haut und sein Einfluß auf die Mengen der Perspiration bei den Ernährungserscheinungen beschäftigen.

1402 Kohlensäureausdünstung. — Der größte Theil der Kohlensäure, die wir verlieren, und des Sauerstoffes, den wir einnehmen, gehört den Athmungswerkzeugen an. Die Haut bildet in dieser Hinsicht ein nur untergeordnetes Ergänzungsmittel. Sie entläßt dagegen mehr Wasser, als die Lungen.

1403 Halten wir uns an die später anzuführenden Beobachtungen von Scharling und Hannover [1]), so verhielt sich die Kohlensäuremenge der Haut zu der der Lungen einer 19jährigen sehr entwickelten Frau, wie 1 : 25,22. Das Maximum 1 : 51,52 fand sich in einem 16jährigen Jünglinge.

Das Mittel aus 5, an beiden Geschlechtern gemachten Beobachtungen glich 1 : 38,05 für 16,55 Jahre durchschnittlichen Alters.

---

[1]) A. Hannover, De quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Havniae, 1845. 8. p. 27. 28.

1404 Meine Perspiration giebt im Mittel 51,6 Grm. für die Stunde[1]). Ich schied gleichzeitig durch die Athmung 15,18 Grm. Wasser und 38,766 Grm. Kohlensäure aus und nahm dafür 33,013 Grm. Sauerstoff auf. Mein gesammter Lungenverlust betrug daher 20,833 Grm. und meine Hautausdünstung 30,767 Grm. Schlagen wir das Verhältniß der Hautkohlensäure zu $\frac{1}{40}$ an, so erhalten wir 29,998 Grm. für den Wasserverlust der Haut. Dieser betrug mithin fast gerade das Doppelte der Wasserdämpfe der Lungen.

1405 Der Mensch kann willkührlich die Erzeugnisse seiner Lungen- von denen seiner Hautausdünstung trennen. Ist er in einem Kasten oder einem anderen luftdichten Behälter eingeschlossen und sammelt die Producte seiner Ausathmung in einer besonderen Vorrichtung, so wird die Prüfung der ihn umgebenden Atmosphäre die Erscheinungen seiner Hautausdünstung kennen lehren. Wir werden aber bald sehen, daß dieses Verfahren nur sehr annähernde Werthe der Kohlensäure, nicht aber genaue Sauerstoff- und Wasserbestimmungen zu liefern im Stande ist.

Die gesammte Perspiration läßt sich bei Thieren ihren absoluten und relativen Verhältnissen nach verfolgen. Man kann aber hier nicht die Lungenausdünstung allein beobachten. Jeder gewaltsame Versuch würde die Nebenverhältnisse so sehr ändern, daß man nur krankhafte Zustände der heftigsten Art zu untersuchen im Stande wäre.

Lavoisier und Seguin [2]) bedienten sich eines zum Theil indirecten Verfahrens. Seguin zog ein mit Gummi übertünchtes Taffentkleid, das weder Luft noch Feuchtigkeit durchließ und an dem Kopfe fest zugebunden werden konnte, an. Eine an die Umgebungen des Mundes luftdicht angefügte Röhre machte es möglich, daß der Mensch ungehindert athmete und die Erzeugnisse seiner Lungenausdünstung entfernte. Wurde nun Seguin unmittelbar nach dem Anziehen und vor dem Ablegen des Kleides gewogen, so gab der Unterschied die Größe der Lungenausdünstung, die einem gewissen Zeitraume entsprach. Wiederholte man den Versuch bei nacktem Körper, so hatte man Lungen- und Hautausdünstung zugleich Die Vergleichung der beiden, auf eine Zeiteinheit zurückgeführten Werthe kann dann die Größe der Hautausdünstung anzeigen

Scharling [3]) gebrauchte die Fig. 186. in Linearzeichnungen dargestellte Vorrichtung. Ein luftdichter, verschließbarer Kasten *a*, der einen Cubikmeter Rauminhalt hat, steht mit der Atmosphäre durch einen Kaliapparat *b* in Verbindung. Eine Abzugsröhre *c* führt zu einer Flasche mit Schwefelsäure *d*. Vier Flaschen mit kaustischem Kali, *e*, *f*, *g* und *h*, eine Schwefelsäureflasche *i*, eine Kaliröhre *k* und eine Flasche mit Kalkwasser *l* vereinigen das Ganze mit einem als Aspirator dienenden Fasse *m*, das durch den Hahn *n* entleert werden kann. Fließt aus diesem Wasser ab, so streicht Atmosphäre von *b* aus ein und verliert hier ihre Kohlensäure. Die dafür heraustretende Luft des Behälters *a* verliert ihr Wasser in *d* und ihre Kohlensäure in *e*, *f*, *g* und *h*. Da sie sich aber hier wieder mit Wasserdampf sättigt, so ist *i* angebracht, um diesen zurückzuhalten. Die Ka-

---

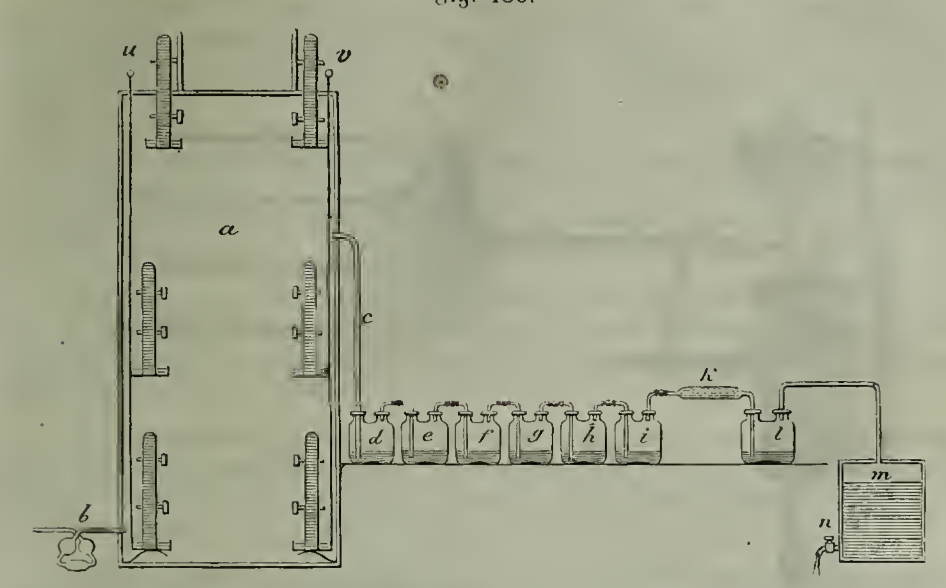
[1]) Repertorium, Bd VIII. Bern, 1843. 8. S. 405

[2]) Lavoisier und Seguin, Mémoires de l'académie des sciences. Année 1789. Paris, 1793 4. p. 566. Année 1790. Paris, 1797. 4. p. 601 fgg. Annales de Chimie. Tome XC. Paris, 1814. 8. p. 27. 28.

[3]) Eine genauere Beschreibung des Apparates findet sich in den Annalen der Pharmacie. 1843 Bd. XLV. S. 28.

liröhre k und das Kalkwasser l dienen nur zur Probe, ob noch etwas Kohlensäure von den früheren Theilen der Vorrichtung durchgelassen worden ist Die Gewichtszunahme

Fig. 186.



der Summe von e, f, g, h und i giebt die Menge der ausgehauchten Kohlensäure. Eigene graduirte und drehbare Quecksilberröhren uv und Thermometer dienten zur Ermittelung der zur Bestimmung nöthigen Nebenwerthe [1]).

Marchand [2]) bediente sich eines anderen Verfahrens, nach dem die Kohlensäure direct und der Sauerstoff unter gewissen später zu erwähnenden Voraussetzungen indirect bestimmt wird. Fig. 187. zeigt uns den hiernach eingerichteten Apparat, wie ich ihn mit einigen Veränderungen für die Untersuchung der Perspiration der Mäuse gebraucht habe. (s. S. 600.)

Ein Gascylinder a ist an einer Seite durch einen vollständigen b und an der anderen durch einen mit zwei Löchern versehenen Blechboden c verschlossen. Der Letztere wird vor dem Versuche abgehoben, um das Thier in den Behälter einzubringen. Die eine Oeffnung enthält eine Knieröhre d, die mit einer Kohlensäure-Wasserröhre (§. 1325). e in Verbindung steht. Eine Woulf'sche Vorrichtung f, die Oel enthält, führt zu der äußeren Atmosphäre über.

Eine mit Löchern versehene und mit Siegellack überzogene Korkscheidewand g trennt den Cylinder a in eine vordere und eine hintere Kammer. Jene enthält das Thier, diese dagegen ein mit Wasser gefülltes Gläschen h, in das die Fortsetzung der Knieröhre d, wie es die Figur zeigt, hineinragt. Da der Zapfen, der a schließt, an der linken Seite ausgeschnitten ist, so bildet auch h eine Art Woulf'scher Flasche.

Die zweite Oeffnung von c führt zu der Wasserröhre (§. 1302.) i und der Kohlensäure-Wasserröhre (§. 1335.) k. Die Letztere steht mit dem Aspirator l in Verbindung. Läuft nun Wasser von l nach m ab, so dringt die Atmosphäre von p aus nach f ein. Die Blasen, die das in f befindliche Oel durchsetzen, belehren daher über die Stärke des Stromes und den luftdichten Verschluß des Ganzen.

Tritt die Atmosphäre durch e, so verliert sie hier ihre Kohlensäure und ihr Wasser. Käme sie von hier unmittelbar in die vordere Kammer des Behälters a, so wäre

[1]) Hannover, a. a. O. p. 37. 38.
[2]) Marchand, in s. und Erdmann's Journale. 1844. 8. Bd. XXXIII. S. 120.

das Thier genöthigt, absolut trockene Luft zu athmen. Seine Respiration könnte auf diese Weise leicht gestört werden. Die Knieröhre *d* führt daher erst in die hintere Kam-

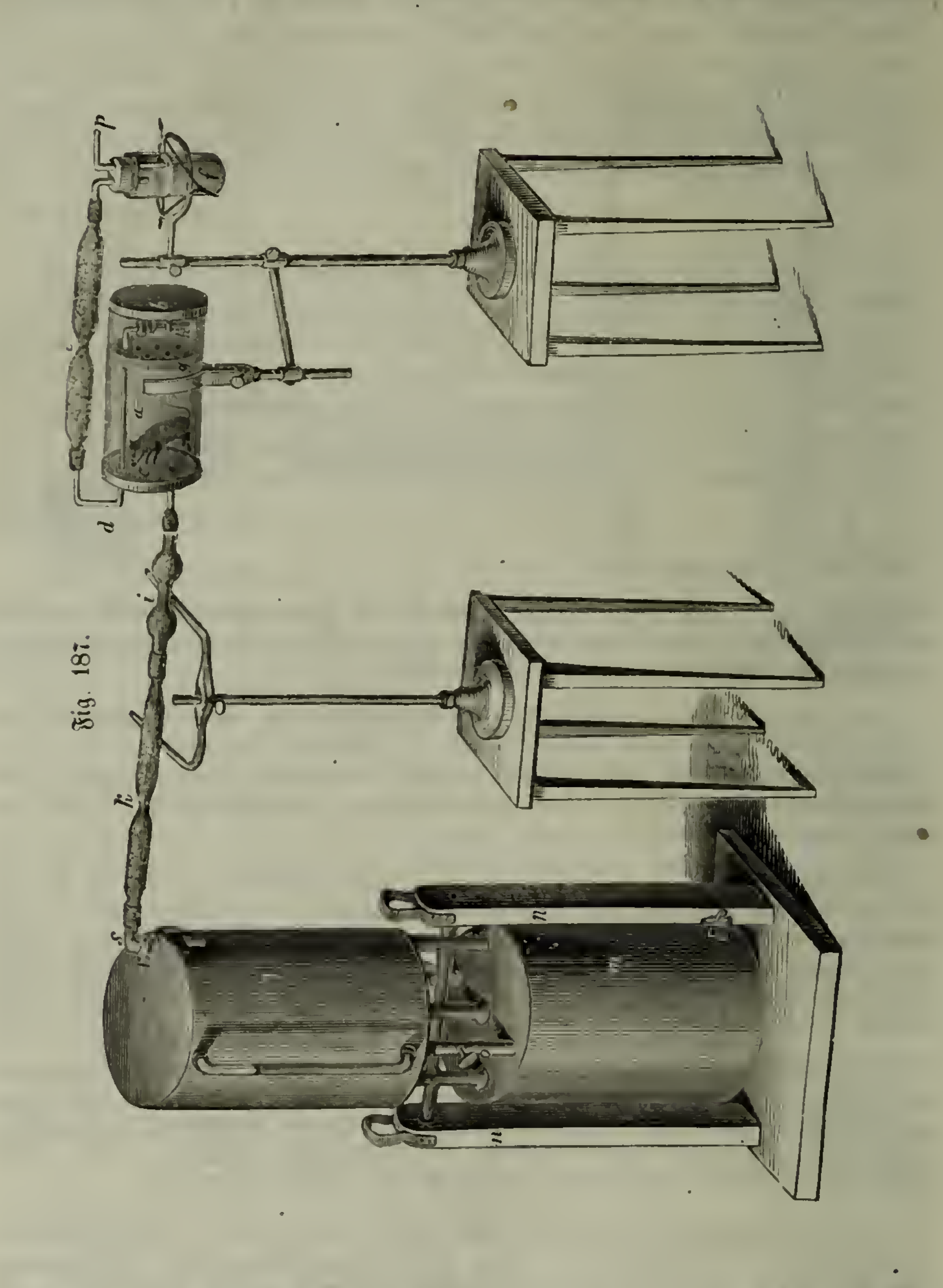


Fig. 187.

mer, die jenseits *g* gelegen ist. Die Atmosphäre streicht dabei durch das in *h* befindliche Wasser, sättigt sich hier für ihren Wärmegrad mit Wasserdampf, und wird dann in diesem Zustande dem Thiere zur Athmung dargeboten.

Das Gas, das in *a* enthalten ist, gelangt hierauf in das Schwefelsäurerohr *i* und verliert hier sein Wasser. Das Kohlensäureeudiometer *k* hält seine Kohlensäure zurück. Die Gewichtszunahme dieses Theiles der Vorrichtung giebt daher die in einer bestimmten Zeit ausgeschiedene Kohlensäure an.

Alle Verbindungen des Apparates müssen aus den schon früher (§. 1316.) angeführten Gründen mit dem §. 1325. beschriebenen Kitt und nicht mit Gummiröhren geschlos-

sen werden. Der Oelbehälter f zeigt aber nicht bloß die Stärke des Stromes an, sondern gewährt noch einen anderen, wesentlicheren Vortheil.

Da die gefüllten Röhren k, i und e einen gewissen Widerstand veranlassen, so ist die Luft, die in l eingestrichen, verdünnter, als die Atmosphäre. Ist alles Wasser von l nach m abgelaufen und schließt man den Hahn o, so zieht noch l Gas nach, bis der Gleichgewichtszustand eingetreten ist. Die Dauer dieser Verbesserung wird durch f angezeigt.

Bleibt der Stickstoff ganz und gar unverändert, so verliert das Thier Kohlensäure und Wasser und nimmt dafür Sauerstoff ein. Die Menge des verzehrten Sauerstoffes muß daher der Summe der Kohlensäure- und Wasserwerthe, minus dem Gewichtsverlust des Körpers, von dem keine sensiblen Ausleerungen davon gegangen sind, gleichen.

Haben wir den allseitig geschlossenen Behälter a mit dem Thiere und den Ansatzstücken, die bis e und i reichen, vor und nach dem Versuche gewogen, so giebt der Gewichtsunterschied G den gesuchten Sauerstoffwerth. Nennen wir ihn O, die Gewichtszunahme von k dagegen C, und die von $i = W$ so ist $O = C + W - G$.

Die Gewichtsvermehrung von i liefert uns nur einen Theil des ausgehauchten Wassers. Denn ein anderer Theil schlägt sich in Tropfen an den Wänden des Behälters a und dem Ansatzstücke von i an. Der Wasserapparat h kann die Werthe nicht ändern. Denn wir erhalten das aus ihm abdunstende Wasser in a, c und i wieder.

Dieses Verfahren setzt natürlich voraus, daß der Stickstoff vollkommen unverändert bleibt. Würde auch nur die kleinste Menge desselben aufgenommen oder ausgeschieden, so würden sich diese Werthe mit der Zeit zu merklichen Größen häufen und Fehlerquellen des Ganzen bedingen. Da aber leicht Stickstoff entfernt wird, wenn die Thiere in anderen Gasen, als in der Atmosphäre athmen, so kann man nicht in solchen Fällen die Vorrichtung für Sauerstoffbestimmungen gebrauchen.

Die Methode endlich, deren sich C. v. Erlach [1] bei seinen Untersuchungen bediente, gleicht im Wesentlichen dem Verfahren, das zur Prüfung der ausgeathmeten Luft des Menschen dient (§. 1349.). Ein hinreichend weiter Glasbehälter h Fig. 188. (s. Seite 602.) enthält ein hineingebautes Gerüst i, welches das eingeführte Thier k mit Sicherheit trägt und Wasser unter sich nach l l herablaufen läßt. Ein genau eingepaßter Metalldeckel m, der mit zwei Hähnen n und o versehen ist und aus der § 1349. erwähnten Mischung besteht, schließt die Oeffnung von h. a ist ein Oelaspirator, der sich in die Maaßflasche b entleert, c die Einzugsröhre, d das Thermometer zur Bestimmung der Wärme des übergegangenen Stickstoffes, e der Phosphoreudiometer für den Sauerstoff, f das Kalkeudiometer für die Kohlensäure, p eine Asbest-Schwefelsäureröhre und q der Heber, der das in r enthaltene Salzwasser einziehen soll.

Man baut nun zuerst den ganzen Apparat auf, hebt dann den Deckel m in die Höhe, setzt das Thier k ein und schließt rasch den Deckel m mit Kitt. Die Hähne n und o bleiben so lange geschlossen, bis man die Analyse selbst beginnt. Sie muß bei größeren Geschöpfen sogleich vorgenommen werden. Frösche dagegen werden erst eine Reihe von Stunden in dem geschlossenen Behälter gehalten, damit sich die Luft mit einer wägbaren Menge von Kohlensäure schwängere.

Hat man die Hähne n und o geöffnet, das Phosphoreudiometer e erwärmt und den Hahn g aufgemacht, so wird eine entsprechende Luftmenge aus dem Behälter h angesogen. Dieses Gas verliert sein Wasser in p, seine Kohlensäure in f und seinen Sauerstoff in e. Der Stickstoff geht nach a über und entspricht seiner Menge nach dem nach b abgelaufenen Oele. Der Heber q zieht eine der Luftmenge entsprechende Masse von

[1] C. L. von Erlach, Versuche über die Perspiration einiger mit Lungen athmender Wirbelthiere. Bern, 1846. 4. S. 1 fgg.

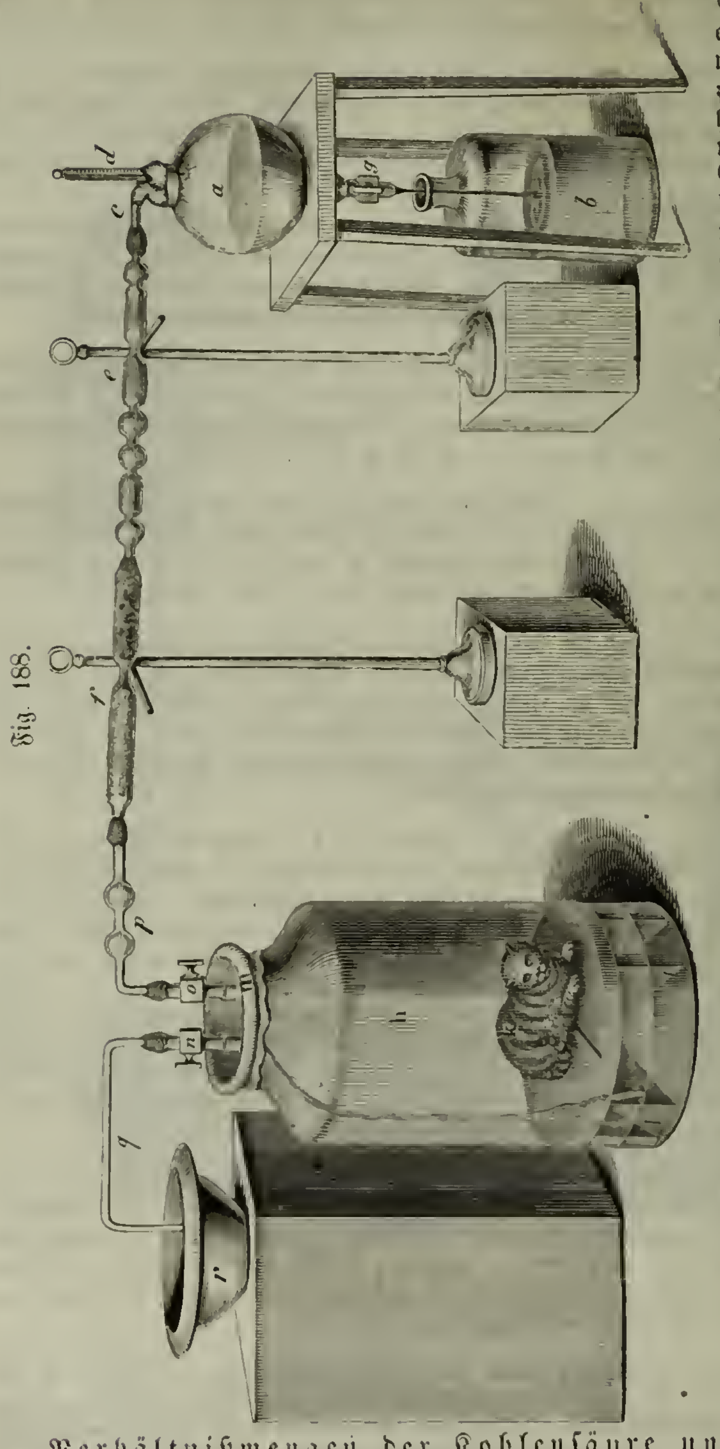


Fig. 188.

Salzwasser von *r* aus ein. Es rinnt dann, wie es die Figur 188. zeigt, an den Wänden hinab und gelangt nach *l l* unterhalb des Gerüstes *i*. Das Thier bleibt daher mit seinen Füßen im Trockenen.

Man erhält auf diese Art die procentige Zusammensetzung der durch die Ausathmungsgase veränderten Luft des Behälters. Die Berechnung gleicht der der Ausathmungsluft der Menschen. Die absoluten Mengen lassen sich ebenfalls hiernach, wie wir später sehen werden, ermitteln.

Anhang Nr. 75.

Ist das Thier in Verhältniß zu dem in *h* enthaltenen Raume klein und schwängert es ihn nur mit mäßigen Mengen von Kohlensäure, so führt dieses Verfahren zu Resultaten für das regelrechte Athmen. Fehlen diese Bedingungen, so zieht das Geschöpf früher oder später eine zu kohlensäurereiche Atmosphäre ein, leidet bald an Bauchathmung oder selbst an Erstickungsgefahr und giebt Werthe, die nur für diese krankhaften Verhältnisse gelten.

1406 Verhältnißmengen der Kohlensäure und des Sauerstoffes. — Da die Hauptmasse der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes den Lungen angehört (§. 1403.), so läßt sich mit Recht erwarten, daß sich diese beiden Größen, so lange die Perspiration regelmäßig bleibt, dem Diffusionsverhältnisse nach gestalten werden. Die Erfahrungen von Erlach haben auch diese Vermuthung bestättigt.

Gelingt es, das Thier während der Versuchszeit auf der Stufe der regelrechten Athmung zu erhalten, so fallen die Abweichungen von dem Diffusionsverhältnisse so gering aus, daß sie sich innerhalb der Fehlergrenzen des Untersuchungsverfahrens halten. Frösche und kleinere Säugethiere, welche diese Bedingung bei gehöriger Vorsicht am leichtesten erfüllen, geben auch dann die kleinsten Unterschiede. Sie betrugen z. B. im Durchschnitt $^1/_{157}$ bis $^1/_{158}$ für den Frosch und $^1/_{255}$ bis $^1/_{256}$ für die Maus [1]).

1407 Kommt das Thier zu heftiger Bauchathmung, so wird mehr Sauerstoff verschluckt, als das Diffusionsgesetz verlangt. Wir haben also hier die gleichen Erscheinungen, wie bei dem drückenden Athmen des Menschen (§. 1364.). Das keuchende Athmen erzeugt vermuthlich ebenfalls einen verhältnißmäßigen Ueberschuß und eine absolute Verminderung der Kohlensäure.

Die Versuche, die Marchand mittelst seines indirecten Verfahrens an Fröschen angestellt hat, führen fast durchgehends zu negativen Sauerstoffabweichungen. Die Beobachtungen, die ich an Mäusen mittelst des Fig. 189. abgebildeten Apparates machte, hellen, wie ich glaube, diesen Widerspruch auf. Mag man nämlich noch so viel Luft durch den Behälter *a* leiten, so verfällt nicht selten das Thier in Bauchathmung. Die Mäuse zeigen dieses binnen einer Viertel bis halben Stunde. Da man aber bei Fröschen die Aspiration Stunden und Tage lang fortsetzen muß, um merkliche Kohlensäuremengen zu erhalten, so wiederholt sich hier wahrscheinlich das Gleiche. Die Ursache liegt darin, daß der Luftstrom den kürzesten Weg von *h* nach *c* durch den Behälter *a* wählt und die übrige Gasmasse desselben mit Kohlensäure im Uebermaaße geschwängert wird. Die Größe der negativen Abweichung stand auch ungefähr in gleichem Verhältniß mit der Stärke der Bauchathmung, in die die Maus gerieth. Siehe das Nähere dieser Erfahrungen in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1846. 4. Seite 213 — 229.

1408 Manche Thiere, wie die Meerschweinchen, zeigen noch eine Eigenthümlichkeit, die leicht zu positiven Abweichungen führt. Die noch warme Mischung ihres Kothes und Harnes entläßt nämlich Kohlensäure in nicht unbedeutender Menge [2]).

1409 Absolute Kohlensäuremengen der Perspiration. — Die Beobachtungen von Scharling und von Hannover bilden die Hauptquellen der Kenntnisse, die wir in dieser Hinsicht von dem menschlichen Körper besitzen. Stellen wir uns zunächst die mittleren Werthe, die Scharling für gesunde Personen erhalten hat, wie sie von Hannover [3]) für die Stunde berechnet worden, zusammen, so erhalten wir:

---

[1]) C. von Erlach, a. a. O. S. 88. Tabelle.
[2]) Erlach, a. a. O. S. 80 fgg.
[3]) A. Hannover, De quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Havniae, 1845. 8. p. 17.

Individuen.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogr.	Stündliche absolute Menge in Grammen der Kohlensäure.	des verbrannten Kohlenstoffes.	Stündliche Menge für 1 Kilogr. Körpergewicht in Grammen der Kohlensäure.	des Kohlenstoffes.	Zahl der Einzelbeobachtungen.
Mann . .	16	57,75	34,192	9,3250	0,592	0,162	8
Mann . .	28	82	36,622	9,9879	0,447	0,122	11
Mann . .	35	65,5	33,527	9,1438	0,512	0,140	10
Mittel der Männer	26,3	68,42	34,781	9,4856	0,508	0,139	29
Knaben .	$9\frac{3}{4}$	22,5	20,339	5,5469	0,904	0,247	8
Mädchen	10	23	19,105	5,2104	0,831	0,227	10
Mittel der Kinder .	$9\frac{7}{8}$	22,5	19,722	5,3787	0,867	0,237	18
Frau . .	19	55,75	25,153	6,8600	0,451	0,123	7

Diese Größen fallen durchgehends etwas kleiner aus, als die §. 1368. angeführten Zahlen, die auf den Untersuchungen von Andral und Gavarret, so wie von Brunner und mir fußen. Da wir nur die Lungenausdünstung berücksichtigten, so ließe sich eher das Entgegengesetzte erwarten. Es kann möglich sein, daß der Kohlensäuregehalt der in dem Athmungskasten *a*, Fig. 186., zurückbleibenden Luft die Werthe verkleinerte und, wie Hannover[1]) bemerkt, der Unterschied der Tageszeiten und der Nebenverhältnisse die Abweichung bedingt. Eine Hauptursache liegt aber wahrscheinlich darin, daß man in Mundstücke, Masken und ähnliche Vorrichtungen unwillkührlich schneller, als gewöhnlich einathmet. Die für 1 Kilogr. berechneten Zahlen sind vielleicht etwas zu klein, weil es ungewiß bleibt, ob die Personen nackt gewogen wurden oder nicht.

Betrachten wir die schon §. 311. angeführten Werthe, so ergiebt sich, daß 1 Kilogr. kleinerer warmblütiger Thiere mehr Kohlensäure, als 1 Kilogr. größerer liefert. Dasselbe bestättigt sich auch, wenn wir die absoluten Mengen aus den von Erlach mitgetheilten Größen berechnen. Wir wollen hier diese zweite Tabelle hinzufügen, weil sie noch einige andere Folgerungen gestattet und die früheren, mittelst der Durchzugsmethode gefundenen Werthe bestättigt.

Der Fig. 188 abgebildete Behälter *h* faßte 8940,6 C. C. bis zu den geschlossenen Hähnen *n* und *o*, wenn das Fußgestell *i* eingesetzt war. Eben so viel Luft minus dem Umfange des Thieres stand im Anfange zur Athmung zu Gebote. Da das Gewicht der gebrauchten Geschöpfe bekannt war, so wurde ihr Volumen dadurch berechnet, daß man 1,04 für die Eigenschwere der Frösche und der Vögel und 1,06 für die der Säugethiere annahm.

Anhang Nr. 1

Die Menge von Salzwasser, die während der Analyse einfloß, war für jeden Fall bekannt. Sie entspricht dem Volumen der gesammten analysirten Luft. Sie kam in einem fortlaufenden Strahle während der halben Stunde; welche die Analyse in Anspruch nahm, herab, und wirkte in dem ersten Augenblicke gar nicht, am Ende dagegen mit ihrer ganzen Masse, um die Athmungsluft zu vermindern. Da sie stetig zufloß, so ließe sich ihre Wirkung durch eine Integralrechnung genau bestimmen. Wir können auch

[1]) Hannover, a. a. O p. 30.

einfacher und ohne sehr große Irrung zum Ziele gelangen, wenn wir die Hälfte des Salzwasservolumens für alle Versuche, die im Ganzen weniger als 1½ Stunden dauerten, in Rechnung bringen. Es ergiebt sich dann:

Thiere.	Mittlere Menge der für jeden Durchschnittsversuch gebrauchten Thiere.	In Grammen ausgedrücktes Körpergewicht der für jeden Durchschnittsversuch gebrauchten Thiere.	Mittlere Versuchszeit in Minuten.	Mittlere stündliche Kohlensäuremenge für 1 Kilogramm Körpergewicht.	Zahl der Einzelversuche.
69 Frösche	13,8	484,6 (1 Frosch im Durchschnitt = 35,1 Grm.)	569,60	0,084	5
Taube	1	336,2	59,00	1,026	5
1 bis 1½ monatliches Hühnchen	1	314,7	25,75	2,687	6
2 bis 3 monatliches Hühnchen	1	515,1	53,00	1,467	1
2 bis 3 monatliches Kätzchen	1	792,5	30,30	1,072	3
8 bis 10 tägiges Hündchen	1	943,1	34,25	0,854	2
2 bis 3 wöchentliches Kaninchen	1	165,6	91,25	1,415	4
6 bis 8 wöchentliches Kaninchen	1	342,2	35,00	0,961	1
Junge Maus	1	10,6	231,75	12,216	2
Junges Eichhörnchen	1	291,7	32,20	3,185	3
Neugeborne Meerschweinchen	2	121,9 (1 Meerschweinchen im Durchschnitt =60,95 Grm.)	64,10	3,094	6
Erwachsenes männliches Meerschweinchen	1	565,9	57,00	1,085	1
Weibliches trächtiges Meerschweinchen	1	480,7	55,75	0,971	4

Die Werthe, welche die Hühnchen und die erwachsenen Meerschweinchen lieferten, sind aus dem früher (§. 1409.) angeführten Grunde eher zu groß, als zu klein. Umgekehrt verhält es sich bei dem Hunde und der Katze.

Jedes der kleineren Säugethiere und Vögel scheidet verhältnißmäßig mehr Kohlensäure, als der erwachsene Mensch aus. Der niederste Werth, der des Hündchen (= 0,854) steht dem größten der Menschen, dem des 9 — 10jährigen Knaben (= 0,904.) sehr nahe. Die §. 311. gegebenen Tabellen führen zu demselben Schlusse.

Vergleichen wir die Werthe des Eichhörnchens mit denen der Maus, so sehen wir, daß die Kleinheit des Thieres einen Hauptunterschied bedingt. Das Eichhörnchen sprang fortwährend in dem Athmungsbehälter herum und war mindestens eben so lebhaft, als die Maus. Diese lieferte nichts desto weniger verhältnißmäßig beinahe das Vierfache der Kohlensäure. Ihr Körpergewicht verhielt sich aber zu dem des Eichhörnchens = 1 : 27,5.

Ein kleines und lebhaftes Säugethier giebt relativ eben so viel oder noch mehr Koh-

lensäure, wie ein Vogel. Das Herumfliegen und die Ernährungsweise des letzteren können diesen verhältnißmäßigen Werth um das Drei- bis Vierfache und noch mehr erhöhen.

1410 Die Kohlensäureausscheidung der Perspiration unterliegt denselben Einflüssen, wie die der Lungen. Sie sinkt absolut und steigt relativ in jüngeren Geschöpfen, ist im Manne größer, als in der Frau, nimmt mit der Muskelentwickelung, der Lebhaftigkeit der Körperbewegung und einer guten Ernährung zu und fällt im Wachen bedeutender, als im Schlafe aus.

1411 Vergleicht man die Kohlensäureausscheidung der Haut mit der der Lungen nach den von Scharling erhaltenen Mittelwerthen, so nimmt jene wie diese mit dem Alter absolut zu. Die relativen Verhältnisse lassen sich noch nicht mit Sicherheit feststellen.

Die fünf von Scharling [1]) vorgenommenen Bestimmungen führen in dieser Hinsicht zu folgenden Zahlen:

Individuum.	Alter in Jahren.	Mittlere stündliche Kohlensäuremenge in Grm.		Verhältniß der Kohlensäure der Haut zu der der Lungen.
		der Haut.	der Lungen.	
Knabe	9¾	0,455	20,339	1 : 44,73
Mann	16	0,664	34,192	1 : 51,52
Mann	28	1,368	36,622	1 : 26,78
Mädchen	10	0,457	19,105	1 : 42,02
Frau	19	0,997	25,153	1 : 25,22

1412 Da die kalte Luft schwerer, als die warme ist, so folgt hieraus von selbst, daß ein Mensch oder ein Thier, das Atmosphäre von niederer Temperatur einathmet, größere absolute Kohlensäuremengen dem Gewichte nach liefern wird. Letellier [2]) und Lehmann [3]) haben dies auch durch unmittelbare Versuche belegt. Der letztere Forscher fand noch, daß Zeisige, Tauben und Kaninchen in feuchter Atmosphäre desselben Wärmegrades mehr Kohlensäure, als in trockener ausscheiden. Diese Thatsache erklärt sich zum Theil aus den Verhältnissen der Wassersättigung der Einathmungsluft. Nehmen wir an, wir hätten trockene und mit Wasserdunst gesättigte Luft von 37° C., die sich beide nicht mehr in den Lungen erwärmten, so wird die letztere unverändert bleiben. Nimmt aber die erstere möglichst viel Wasserdämpfe auf, so vermindert sich ihre Spannung um die Spannkraft der Dämpfe, z. B. bei 37° C. um 46,69 Millim. Sie wird daher um soviel verdünnter und muß deshalb weniger Kohlensäure dem Gewichte nach geben. Andere Verhältnisse können vielleicht jedoch noch

[1]) Hannover, a. a. O. p. 17. u. 28.

[2]) Letellier, in den Annales de Chimie et Physique Troisième Série. Tome XIII. Paris, 1845. 8. p. 478 — 501.

[3]) C. G. Lehmann, in den Denkschriften zu Leibnitz's Gedächtnissfeier. Leipzig, 1845. 4. S. 469.

den Unterschied vergrößern. Denn die Abweichungen, die Lehmann angiebt, übertreffen die Größen, die jene Ursache allein zu bedingen vermag.

Scharling und Hannover haben noch eine mühevolle Beobachtungsreihe über die Kohlensäureausscheidung einzelner Kranken angestellt. Die folgende Tabelle liefert die Mittelresultate dieser 89 Versuche.

Krankheit.	Individuum.	Mittelwerthe.						Zahl der Einzelversuche.
		Alter in Jahren	Körpergewicht in Kilogr.	In der Minute		In Grm. ausgedrückte stündliche Menge		
				Pulsschläge.	Athemzüge.	der Gesammtmenge der ausgehauchten Kohlensäure.	der Kohlensäure für 1 Klgr. Körpergewicht.	
Bleichsucht	4 Mädchen	20,25	47,125	75,8	25,0	26,510	0,563	26
Lungenschwindsucht	3 Männer	38,66	50,5	101,1	30,8	22,843	0,452	16
Dsgl.	2 Frauen	36	47,25	95,1	29,2	21,743	0,461	13
Chronische Bronchitis	2 Männer	38	62,25	85,6	27,4	34,063	0,547	9
Gelbsucht	1 Mann und 1 Frau	36	59,25	64,65	14,8	31,002	0,532	10
Herzkrankheit	1 Mann	17	48	88,8	19,6	26,003	0,542	5
Bright'sches Nierenleiden	1 Mann	49	61,5	54,8	23,4	32,120	0,522	5
Steinleiden	1 Mann	49	55,5	68 0	18,0	19,507	0,398	5

Die Bleichsüchtigen sondern mithin im Durchschnitt mehr und die Schwindsüchtigen weniger Kohlensäure aus. Jene nähern sich daher dem Zustande von Frauen, die nicht mehr ihre Regeln haben (§. 1369.), und diese liefern geringere Kohlensäuremassen, weil sich die Ausdehnung ihrer Athmungsfläche verkleinert hat. Die chronische Bronchitis und vielleicht auch die übrigen genannten Krankheiten scheinen in dieser Hinsicht keine Veränderungen nach sich zu ziehen.

1413 Beimischungen der Hautausdünstung. — Die Angabe von Collard de Martigny, daß Wasserstoff und Stickstoff durch die Haut unter regelrechten Verhältnissen ausgeschieden werde, ist in hohem Grade zweifelhaft. Die früher dargestellten Verhältnisse der Kohlensäure und des Sauerstoffes sprechen dagegen. Eben so bedarf es der Bestättigung, ob wirklich mit den Wasserdämpfen Salmiak und ein essigsaures Salz, wie Anselmino mittheilt, davongehe.

1414 Organische flüchtige Stoffe gelangen fast immer in die Atmosphäre, die durch die Lungen- und Hautausdünstung eines Menschen oder Thieres verändert worden ist. Der Geruch verkündet dieses am deutlichsten. Manche civilisirte Menschen, viele Wilde, Hunde und andere Thiere merken daher auf der Stelle, ob sich ein Mensch an einem bestimmten Orte befunden hat oder nicht. Der Geruch, den die Ausdünstung verbreitet, verstärkt sich

durch allgemeine oder örtliche Fuß- oder Achselschweiße, bei Blattern und in anderen Hautausschlägen. Redtenbacher[1]) leitet den säuerlichen Geruch des Schweißes von Caprilsäure her. Manche Leichen, die aus engen Gefängnißanstalten kommen, verbreiten noch bisweilen eine Ausdünstung, die empfindliche Riechwerkzeuge eigenthümlich finden.

1415 Die Absonderungen, die ein Mensch ausscheidet, können diese Verhältnisse unterstützen. Der Geruch der Wöchnerinnen, alter Fußgeschwüre, bösartiger verjauchender Geschwülste und ähnlicher Leiden[2]) fällt Jedem auf. Manche Menschen erkennen es bald, ob eine Frau, die sich in ihrer Nähe befindet, ihre Regeln hat oder nicht.

1416 Hauteinsaugung. — Kommt die Haut mit Wasser in Berührung, so durchweicht dieses nach und nach die Oberhaut und dringt zum Theil in das Innere ein. Der Verlust, den die Lungenausdünstung und die Thätigkeit der frei gelassenen Hautflächen erzeugt, gleicht sich hierdurch zum Theil aus. Das Körpergewicht kann sogar noch in solchen Fällen zunehmen. Die Versuche von Seguin, Madden und Berthold erhärten dieses, wie Krause[3]) mit Recht bemerkt, in deutlicher Weise. Schätzte Berthold[4]), der 56,5 bis 57 Kilogr. wog, seinen Perspirationsverlust in ungefähren Werthen ab, so nahm er um 17,64 und 17,15 Grm. durch zwei viertelstündige warme Bäder zu. Ein Bad von $^3/_4$ Stunden ergab 46,91 und ein solches von einer Stunde 57,78 Grm. Wir haben daher im Durchschnitt 1,16 Grm. für die Minute.

Ich wog entkleidet 53,101 Kilogr., nachdem ich $3^1/_2$ Stunden vorher Nichts gegessen hatte, ging dann bei 23° C. ein warmes Bad nehmen, erhielt die Temperatur des Wassers auf 28°5 bis 28°,75 C., blieb in ihm genau 20 Minuten, trocknete mich hierauf sorgfältig ab, kehrte ohne zu schwitzen nach Hause zurück und wog mich entkleidet von Neuem. Es ergaben sich 52,9545 Kilogr. 103 Minuten nach der ersten Wägung. Der stündliche Perspirationsverlust betrug daher 67,61 Grm. Er glich aber nahe an 100 Grm. unter sonst gleichen Verhältnissen. Der Ueberschuß, den das Bad veranlaßte, betrug daher ungefähr 23,5 Grm. oder 1,175 Grm. für die Minute. Dieser Werth ist eher etwas zu klein, als zu groß, weil natürlich der bedeutendere Theil der Hautausdünstung im Bade gestört ist.

Eine ausführliche Zusammenstellung und kritische Prüfung der oft nicht vollkommen zuverlässigen Angaben über Hauteinsaugung gasförmiger und tropfbar flüssiger Verbindungen giebt Krause in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Band II. Braunschweig, 1844, 8. Seite 180 — 185.

---

[1]) Redtenbacher, in den Annalen der Pharmacie. Bd. XLIX. Heidelberg, 1846. 8. Seite 57.

[2]) Stark, allgemeine Pathologie. Leipzig, 1838. S. 368 und 1126.

[3]) Krause, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 175 — 179.

[4]) Berthold, in Müller's Archiv. 1838. S. 177 — 181.

Absonderung.

Das Blut, das die einzelnen Körpertheile durchkreist, setzt überall 1417 Stoffe in die benachbarten Gewebe ab. Der größere Druck, unter dem es sich in den Schlagadern und den Haargefäßen befindet, die bedeutendere Dichtigkeit, die ihm eigen ist, und die Beschaffenheit der Wände, die es von den übrigen Gebilden trennen, führen nothwendig einen Stoffaustausch herbei. Wollte man den Austritt der Verbindungen des Blutes in Organtheile mit dem Namen der Absonderung belegen, so gäbe es kein Blut führendes Werkzeug des Körpers, in dem sie nicht unaufhörlich zu Stande käme.

Die Natur hat aber besondere Vorrichtungen, die sich vorzüglich zur Ausscheidung bestimmter Blutstoffe eignen, hergestellt. Man begreift daher nur ihre Thätigkeit unter der Benennung der Absonderung. Manche bezeichnen auch mit diesem Worte die Mischung selbst, die auf diesem Wege bereitet wird. Die letztere wird eben so häufig das Absonderungsproduct oder das Secret genannt.

Viele Absonderungen wandern von dem Orte ihres Entstehens nach 1418 bestimmten entfernt liegenden Stellen, um hier einen passenderen Wirkungskreis zu finden oder den Körper als unbrauchbare Mischungen zu verlassen. Die Aussonderung oder Excretion umfaßt diesen Vorgang.

Bau der Absonderungswerkzeuge. — Eine freie, den Ver- 1419 hältnissen gemäß ausgebreitete Haut bildet das einfachste Absonderungswerkzeug. Die Hüllen des Gehirns und Rückenmarkes, der Herzbeutel, das Lungenfell, das Bauchfell, die Scheidenhaut des Hodens, die Gelenkhäute und die Schleimbeutel gehören in diese Klasse von Organen. Eine von einem Epithelium bekleidete Faserhaut bildet gleichsam meistentheils die Scheidewand. Die Blutgefäße liegen an der einen und der Raum, der die flüssige Absonderung aufnimmt, an der anderen Seite.

Hätte die Natur diese einfache Einrichtung überall beibehalten, so 1420 müßte sie entweder auf größere Massen mancher Absonderungen verzichten oder Flächen herstellen, welche die des Körpers an Ausdehnung weit übertreffen. Sie wählte daher ein zweckmäßiges Auskunftsmittel, um jede dieser beiden Klippen zu vermeiden.

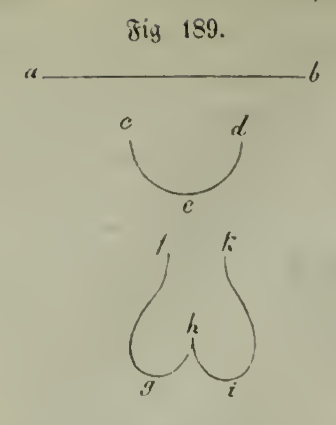


Fig 189.

Denken wir uns, wir hätten eine Fläche von bestimmter Ausdehnung, *ab*, Fig. 189., so werden wir sie in einen Raum von kleinerem Umfange einzwängen, wenn wir sie kugelförmig, als *ced* einrollen. Bilden wir Säckchen *fgh* und *hik*, so wird es eines noch kleineren Volumens bedürfen, um eine große Absonderungsfläche herzustellen. Diese Sparsamkeitsverhältnisse müssen aber um so günstigere Bedingungen finden, je mehr sich die Einbuchtungen und Säckchen häufen und je kleiner jedes einzelne von ihnen wird. Werkzeuge, die nach diesen Grundsätzen gebaut sind, heißen **absondernde Drüsen.**

1421 Zweierlei Wege können hier zum Ziele führen. Stellen wir uns vor, wir hätten ein Rohr dessen Oeffnung den Durchmesser *ab*, Fig. 190., besitzt, *ac* und *bd* dagegen seien die Querschnitte der Dicke seiner Wände und seiner Umhüllungsgebilde, so wird der innerste Kreis die Größe der Absonderungsfläche bezeichnen. Sie ist natürlich mehr als drei Mal so groß, wie *ab*. Gleichen nun nicht *ac* und *bd* diesen Unterschied aus, so wird hier wieder an Absonderungsfläche gewonnen und an Umfang gespart. Häufen sich viele solcher kleinen Cylindergebilde, so entsteht eine **röhrige Drüse.** Die Fig. 191. vergrößert dargestellte Hautdrüse kann uns diese Art von Absonderungswerkzeugen anschaulich machen.

Fig. 190.

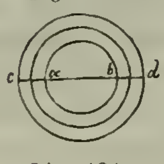
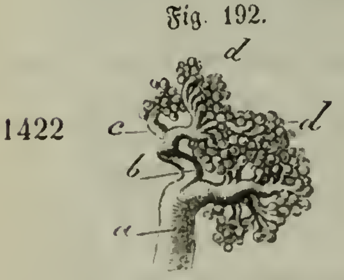


Fig. 191.



Die zweite Klasse umfaßt die **traubigen Drüsen.** Ein Hauptgang, *a* Fig. 192., z. B. der Ohrspeicheldrüse theilt sich hier in immer untergeordnete Zweige *b* und *c*. Ist diese Sonderung bis zu einer gewissen Größe fortgeschritten, so schließen die feinsten Aeste mit kleinen abgerundeten Endköpfchen *d*. Der Grundsatz der Flächenvermehrung ist hier derselbe, den uns *fghik*, Fig. 189., schematisch darstellt.

Fig. 192.



1422 Beide Arten von Drüsenbildungen schließen sich nicht wechselseitig aus. Wir finden häufig genug, daß die Eigenthümlichkeiten der einen in manchen Formen der anderen wiederkehren. Die röhrigen Drüsen theilen sich oft baumförmig und die traubigen schließen nicht immer mit angeschwollenen Endköpfchen. Manche Absonderungswerkzeuge zeigen Mittelformen, die jede scharfe Sonderung erschweren.

1423 **Größe der Absonderungsflächen.** — Besäße man ein Mittel, sie mit Genauigkeit zu berechnen, so ließen sich manche zweifelhafte Punkte der Absonderungslehre auf bestimmte Zahlenwerthe zurückführen. Es wird aber immer unmöglich bleiben, diese Lücke der Wissenschaft auf eine voll-

kommen genügende Weise auszufüllen. Man kann höchstens die Absonderungsflächen einzelner, hierzu besonders geeigneter Drüsengebilde ungefähr schätzen. Die Zahlen, die man aber auch hier auf ziemlich mühsamem Wege erlangt, geben noch keine genügende Bürgschaft und wechseln häufig nach Verschiedenheit des Verfahrens und der Gegenstände, die man zu seinen Untersuchungen gebraucht.

Dreierlei Wege stehen hier zu Gebote:

1) Nehmen wir an, *a*, Fig. 193., seien die Drüsen der Magenschleimhaut, wie sie unter dem Mikroskope an einem mit dem Doppelmesser bereiteten Durchschnitte erscheinen, so können wir den mittleren Durchmesser eines jeden dieser Säckchen bestimmen, wenn wir mehrere mikrometrische Messungen für verschiedene Stellen desselben entnehmen. Verfahren wir ebenso an einer größeren Zahl von Magendrüschen, so werden wir wenigstens einen annähernden Durchschnittswerth erhalten. Wiederholen wir das Gleiche für die Länge der Säckchen und zählen endlich ab, wie viel solcher Drüschen im Mittel auf einen Quadratcentimeter kommen; so haben wir alle Werthe, die zu der Bestimmung der absoluten und relativen Absonderungsfläche nöthig sind. Anhang Nr. 81.

Fig. 193.

2) Wir bestimmen den Rauminhalt einer röhrigen Drüse, wie des Hodens oder der Nieren und bereiten uns dann dünne Querschnitte, um den Durchmesser *ab* der Drüsenröhren und die Dicke ihrer Wände und der Nebengebilde *ac* und *bd* zu messen. Haben wir hier wieder die Durchschnittswerthe gewonnen, so läßt sich die Größe der Absonderungsfläche aus ihnen und dem Volumen der Drüse berechnen. Anhang Nr. 82.

Fig. 194.

3) Die traubigen Drüsen bereiten die größten Schwierigkeiten. Man kann hier höchstens zu schwankenden und leicht irre führenden Schätzungen gelangen. Ein Verfahren, das sich noch am wenigsten von den hier erreichbaren Grenzen zu entfernen scheint, besteht darin, daß man den Rauminhalt der Drüse, den mittleren Durchmesser der Endköpfchen und den ihrer Zwischenräume aus möglichst vielen Einzelbeobachtungen bestimmt. Bestände die ganze Drüse aus Endköpfchen, so würde hier das unter Nr. 2. angegebene Verfahren zum Ziele führen. Da aber viele größere Drüsengänge nebst Gefäßen, Nerven und Zellgewebe im Innern der Drüse verlaufen, so muß man sich Verbesserungswerthe, die diesem Nebenverhältnisse entsprechen, zu verschaffen suchen.

Es ist nur möglich, diese Foderung in höchst ungefährer Weise zu erfüllen. Man bestimmt das Volumen eines Stückes der von außen möglichst gereinigten Drüse, schneidet sie auf, entfernt, so weit es angeht, alle fremdartigen Gewebtheile, und ermittelt das Volumen von Neuem. Der Unterschied der beiden Rauminhaltswerthe giebt einen Bruchtheil des ursprünglichen Volumen, der ungefähr den größeren Massen der Gefäße der Nerven und des Zellgewebes entspricht. Die Endköpfchen liefern aber eine ausgedehntere Absonderungsfläche, als die größeren Drüsengänge. Wollte man jetzt noch die Berechnung ohne Weiteres anstellen, so hieße dieses voraussetzen, daß nur Endköpfchen in der ganzen Drüsenmasse vorhanden wären. Man würde dann zu große Werthe erhalten. Da es aber unmöglich ist, die hierbei in Betracht kommende Größe erfahrungsgemäß zu finden, so bleibt Nichts übrig, als sie entweder unbeachtet zu lassen oder durch eine willkührliche Aenderung zu ersetzen. Ich zog es vor, den gefundenen Verbesserungswerth als Ergänzung zu verdoppeln und das so veränderte Volumen in Rechnung zu bringen. Anhang Nr. 82.

Es versteht sich von selbst, daß alle solche Berechnungen auf einem schlüpferigen Boden stehen. Nr. 1. und 2. gewähren etwas mehr Sicherheit, als Nr. 3.

1424 Schätzungen, die von den Oberflächen und Umfangsbestimmungen, so wie von mikrometrischen Messungen der feineren Theile ausgehen, lehren, daß die Natur, indem sie die Drüsengebilde herstellt, in hohem Grade an Absonderungsfläche gewinnt. Nehmen wir zunächst den Magen eines erwachsenen männlichen Kaninchens als Beispiel.

Die mittlere Länge der Magendrüschen glich hier 0,433 und die durchschnittliche Breite 0,023 Mm. 263,76 solcher Säckchen kamen im Mittel auf einen Centimeter. Die Oberfläche der ganzen Magenschleimhaut glich aber 69,615 Quadratcentimeter.

Anhang Nr. 81.

Die mittlere Absonderungsfläche jedes einzelnen Magendrüschens betrug hiernach 0,0317 oder ungefähr 1/30 Quadratmillimeter. Seine Oberflächenvergrößerung stieg auf 77,3, d. h. der Querschnitt seiner Ausgangsmündung war 77,3 kleiner, als seine Absonderungsfläche. Der ganze Magen enthielt 4843068 Drüschen. Die Absonderungsfläche von diesen war 22 Mal so groß, als die Oberfläche der Magenschleimhaut.

Anhang Nr. 81. u. 82.

1425 Die folgende Tabelle giebt uns ähnliche Berechnungen für eine Reihe von Drüsen des menschlichen Körpers.

Individuum.	Drüse.	Volumen in Cubikcentimetern.			Mittlerer Durchmesser in Millimetern		Absonderungsfläche in Quadratmetern	
		Gefunden.	Abzugscoefficient.	Berechnetes Volumen	der feinsten Drüsengänge.	der Zwischenräume.	der einen Drüse.	der beiden paarigen Drüsen.
58jähriger kräftiger Mann	Linke Ohrspeicheldrüse	19,593	2/7	13,957	0,03812	0,01037	0,905	1,810
Desgl.	Linke Unterkieferdrüse	8,728	1/4	6,546	0,0372	0,0074	0,490	0,980
Desgl.	Linke Unterzungendrüse	2,281	1/4	1,711	0,0417	0,0085	0,113	0,226
Desgl.	Sämmtliche Mundspeicheldrüsen	30,602	—	—	—	—	—	3,016
53jähriger Mann	Bauchspeicheldrüse	62,684	1/6	52,237	0,0390	0,0050	4,206	4,206
58jähriger Mann	Thränendrüse	8,926	1/4	6,6945	0,0424	0,0090	0,430	0,860
Desgl.	Linke Niere	134,39	—	134,39	0,05955	0,02391	4,5235	9,047
Desgl.	Linker Hode ohne Nebenhoden	15,671	—	15,671	0,169	0,053	0,2149	0,4298
—	Lungen	545,5 (nach Krause)	1/4	409,1	0,251 (nach Krause)	0,009	6,064	12,128

Die Schätzungswerthe der Nieren und der Hoden sind noch im Ganzen sicherer, als die übrigen. Krause[1]), der schon früher ähnliche Bestimmungen versuchte, fand 6,595 Quadratmeter für jede Niere und 0,1868 Quadratmeter für jeden Hoden.

Es muß auffallen, daß das Volumen der Unterkieferdrüse fast gerade die Hälfte von dem der Ohrspeicheldrüse und das der Unterzungendrüse beinahe genau 1/4 von dem der

[1]) Krause, in Müller's Archiv. 1837. S. 25.

Unterkieferdrüse betrug. Ich untersuchte daher noch diese Verhältnisse an einem 53jährigen Mann. Die Ohrspeicheldrüse verhielt sich hier wieder auf beiden Seiten zur Unterkieferdrüse fast = 2 : 1, diese und die Unterzungendrüse ergaben dagegen 6,7 und 6,3 : 1.

Hält man die obigen Werthe für annähernd richtig, so würde die Athmungsfläche der Lungen nahebei $\frac{1}{3}$ größer, als die Absonderungsfläche der Nieren sein. Die Bauchspeicheldrüse würde in dieser Hinsicht die Mundspeicheldrüsen übertreffen. Schlägt man die mittlere Oberfläche des Körpers des erwachsenen Menschen zu 1,5 Quadratmeter an, so würde die Absonderungsfläche der Nieren 6 Mal und die der Lungen 8 Mal so groß ausfallen.

Denkt man sich alle Harnkanälchen zu einem fortlaufenden Rohre von dem früher angeführten mittleren Durchmesser vereinigt, so würde dieses 2417,7 Meter lang sein. Derselbe Werth betrüge 404,9 Meter für den Hoden. Anhang Nr. 82.

Wollen wir die Absonderungsflächen der einzelnen Drüsen gegenseitig vergleichen, so müssen wir berechnen, wie viel von ihnen auf je ein Cubikcentimeter Masse kommen. Die Zahlen, die in der oben mitgetheilten Tabelle enthalten sind, ergeben dann:

1 Cubikcentimeter Drüse.	Absonderungsfläche in Quadratcentimetern.	Die verhältnißmäßige Absonderungsfläche der Hoden = 1.	1 Cubikcentimeter Drüse.	Absonderungsfläche in Quadratcentimetern.	Die verhältnißmäßige Absonderungsfläche der Hoden = 1.
Hode	137	1	Bauchspeicheldrüse .	671,0	4,9
Ohrspeicheldrüse . .	461,9	3,4	Thränendrüse . .	481,7	3,5
Unterkieferdrüse . .	561,4	4,1	Niere	336,6	2,5
Unterzungendrüse .	495,4	3,6	Lunge	111,1	0,8
Mittel der Mundspeicheldrüsen . .	506,2	3,7			

Die röhrigen Drüsen scheinen hiernach weniger Absonderungsfläche, als die traubigen Speichel- und Thränendrüsen darzubieten. Es versteht sich von selbst, daß alle diese Werthe und die aus ihnen gezogenen Schlüsse auf keine vollkommene Sicherheit Anspruch machen können.

1426 Mechanik der Absonderung. — Da das Blut die Mutterflüssigkeit, welche die Absonderungsstoffe zuführt, bildet, so wird die Menge von Flüssigkeit, die eine Drüse liefert, nicht bloß von der Absonderungsfläche, sondern auch von der einströmenden Blutmasse abhängen. Die Natur hat auch demgemäß die Größen der Pulsadern der Drüsen vertheilt. 0,168 Quadratmillimeter Schlagaderquerschnitt entspricht im Durchschnitt einem Cubikcentimeter Niere. Dieselbe Hodenmasse dagegen erhält nur 0,058 Quadratmillimeter der Samenarterie. Flösse auch nicht das Blut in dieser langsamer, so würden schon die Nieren verhältnißmäßig drei Mal mehr empfangen, als die Hoden.

Die Lungen befinden sich in dieser Hinsicht in noch günstigeren Verhältnissen, als die Nieren. 0,9 Quadratmillimeter Arterienschnitt kommen hier nach ungefähren Schätzungen auf 1 Cubikcentimeter Masse. Sie überträfen hiernach die Nieren 5 bis 6 Mal.

1427 Da die Form der Schlagadern und die übrigen Nebenverhältnisse entscheiden, ob mehr oder weniger Blut zufließt, so können nicht die Quer-

schnitte der Arterien allein als sicherer Maaßstab dienen. Soll eine Drüse, wie der Hoden, wenig und langsam absondern, so werden auch noch solche Nebenverhältnisse zu Hilfe gezogen. Die Samenarterie ist deshalb lang und dünn, während die Pulsadern der Lungen und der Nieren eine beträchtliche Weite in Verhältniß zu ihrer Länge besitzen.

1428 Der Einfluß der Nebenverhältnisse gewinnt einen noch größeren Spielraum in den Haargefäßen. Ihre Menge, ihre Form, das Verhältniß der Breiten zu ihren Längen, ihr gerader oder geschlängelter Verlauf und ähnliche Beziehungen werden hier eine unendliche Mannichfaltigkeit der Blutzufuhr gestatten (§. 1150.). Die Art, wie sie sich an den blinden Enden der Drüsenröhren, dem Hauptherde der Absonderung verhalten, muß in dieser Hinsicht von entscheidender Wirkung sein.

1429 Zweierlei Bedingungen, die Menge und die Geschwindigkeit des Blutes, können sich hier zu einem Ziele vereinigen oder sich gegenseitig beschränken. Die Beschaffenheit der abgesonderten Mischung wird auch davon abhängen, ob eine größere Blutmenge längere oder kürzere Zeit in einer Drüse verweilt und welchen Druck sie auf die Wände der Haargefäße ausübt.

1430 Jedes Absonderungswerkzeug enthält eine freie Oberfläche an der einen und die Blutgefäße an der anderen Seite. Da das Blut, das in diesen strömt, eine größere Spannung, als jene freie Fläche darbietet, so müssen Flüssigkeiten nach dieser hin ausschwitzen. Sie werden sich so lange, als möglich in den ihnen dargebotenen Raum eindrängen. Die Absonderung muß erst dann, wenn sich Druck und Gegendruck ausgleichen, aufhören.

1431 Die serösen Höhlen führen daher im gesunden Zustande eine beschränkte Menge von Flüssigkeit und keinen Dunst (§. 174.). Vergrößert sich aber der Druck oder sinkt der Widerstand krankhafter Weise, so vermehrt sich auch die Menge ihres Wassers. Die absondernden Drüsen sind an ihrem einen Ende, nach dem Hauptausführungsgange zu, offen. Der Widerstand wird hierdurch verkleinert und die Möglichkeit der fortdauernden Absonderung gesichert.

Diese wenigen Thatsachen lassen sich mit Sicherheit verfolgen. Viele andere Erscheinungen können höchstens ihren allgemeinen Verhältnissen nach angedeutet, nicht aber in ihren Einzelnheiten erläutert werden.

1432 So verschieden auch die vielen Absonderungen sind, so sehr sich der Speichel von dem Harn und die Galle von dem Samen unterscheidet, so stammen sie doch alle aus derselben Blutmasse. Die Leber erhält höchstens vorherrschend venöses, die übrigen Drüsen aber reines arterielles Blut. Es kann daher nicht die Natur der Mutterflüssigkeit die Beschaffenheit der Absonderungsmischungen ausschließlich bestimmen.

Die Gleichheit der Quelle sämmtlicher Absonderungen drückt sich nur mit leiseren Zeichen durch einzelne übereinstimmende Merkmahle aus. Der Farbestoff des Harns ist wahrscheinlich der gleiche, wie der der Galle. Der eigenthümlichste Körper des Urins, der Harnstoff, kann unter krankhaften Verhältnissen in dem Speichel, den serösen Flüssigkeiten und dem Ernährungswasser auftreten. Milch erscheint nicht bloß ausnahmsweise in den männlichen Brüsten, sondern selbst an anderen Körperstellen wie am Ho-

densacke oder in der Leistengegend. Stoffe, die nicht durch den Harn austreten, bahnen sich bisweilen einen Weg durch den Schweiß oder durch andere Absonderungen. Viele Verbindungen der Galle gehen in der Gelbsucht mit dem Harn davon.

1433 Keine einseitige Vorstellung erklärt die Mannigfaltigkeit der Absonderungen. Halten wir uns auch nur an den menschlichen Körper, so liefern traubige Drüsen von ähnlicher Beschaffenheit Speichel und Milch und wenigstens verwandte röhrige Absonderungswerkzeuge Harn und Samen. Gehen wir in die Thierwelt hinab, so entstehen oft Speichel, Galle und Harn aus ziemlich gleichen Röhrendrüsen wirbelloser Geschöpfe.

1434 Die Beschaffenheit der Drüsenwände übt eben so wenig eine ausschließliche Herrschaft aus. Sie bestehen überall aus der Grundhaut und dem eigenthümlichen, ihr anliegenden Epithelium. Die Elemente des Letzteren wechseln aber häufig in den gleichen Drüsen verschiedener Thiere. Die Leberzellen des Menschen und der höheren Geschöpfe weichen bedeutend von denen der wirbellosen ab. Während sie oft hier nackt bleiben, tragen sie in vielen Mollusken ein Flimmerepithelium.

Man muß hiernach annehmen, daß sich die Eigenthümlichkeiten der Gewebtheile der Drüsen und der Kreislaufswerkzeuge in jeder Drüse auf eine bestimmte berechnete Weise verbinden, um die bestimmte Absonderungsmischung hervorzubringen.

1435 Betrachtet man die Absonderung als eine Diffusionserscheinung, so werden vor Allem die physikalischen Verhältnisse und die chemische Verwandtschaft die Wirkungen entscheiden. Die Haargefäße, welche die dünnsten Wände besitzen und die blinden Enden der Drüsen, in denen ähnliche Bedingungen wiederkehren, müssen deshalb verhältnißmäßig die meisten Flüssigkeiten liefern. Die chemische Verschiedenheit der Mischungen, die schon vorhanden sind, und des Blutes, das vorüberströmt, wird die Wechselwirkung bestimmen. Stockte das Blut, so würden sich diese Gegensätze binnen Kurzem ausgleichen. Da es aber unaufhörlich vorübergetrieben wird und die Absonderung selbst weiter schreitet oder sogleich fernere Veränderungen erleidet, so ist hierdurch die Fortdauer des ganzen Herganges gesichert.

Die Grundhaut der Drüsengänge wird sich hierbei nicht gleichgültig verhalten. Wir haben früher (§. 135 fgg.) gesehen, welchen Einfluß die Porosität der thierischen Häute auf die Diffusionserscheinungen ausübt. Man kann sich daher vorstellen, daß aus diesem Grunde die Wände der Harn- anders, als die der Samenkanälchen oder der Speichelgänge wirken. Die ursprüngliche Einrichtung vermag hier einen beständigen Einfluß zu bedingen.

1436 Wir werden in der Nervenlehre finden, daß dieselben Häute ihre Zustände nach Verschiedenheit der Nerveneinflüsse ändern. Ihre Porosität ist daher auch im Stande, den Nebenverhältnissen gemäß zu wechseln. Die Drüsen werden so zu labilen Werkzeugen, die von den Thätigkeiten der Nerven abhängen.

1437 Die Epithelialgebilde, welche die inneren Oberflächen der Drüsengänge bekleiden, üben ebenfalls einen Einfluß auf die Absonderungserschei-

nungen aus. Halten wir uns nur an die Thatsachen, welche die mikroskopischen Forschungen darbieten, so finden wir nicht selten, daß die Epithelialzellen der feinsten Drüsengänge eigenthümliche Stoffe, die in den Absonderungen wiederkehren, einschließen. Die Leberzellen des Menschen,

Fig. 195.

Fig. 195., führen gelbliche Körnchen oder harzige gelbe Massen neben ihrem Kerne und den andern Inhaltsgebilden. Aehnliche Erscheinungen kehren in der Leber vieler Wirbelthiere und der höheren wirbellosen Geschöpfe wieder [1]). Körnchen von Harnsäure finden sich angeblich in den Zellen der Urinwerkzeuge mancher niederen Geschöpfe.

Diese Erscheinungen lehren wenigstens so viel, daß die Zellen, welche die Drüsengänge bekleiden, einzelne Stoffe der Absonderung einschließen. Es bleibt dagegen unentschieden, ob sie sie erzeugen oder nur aufnehmen, ob aus ihnen diese Verbindungen auf dem Wege der Diffusion austreten oder die Zellen bersten und durch neue ersetzt werden.

Die Wichtigkeit, welche diese Zellen für die Absonderung haben, wurde fast von allen mikrographischen Forschern, wie Schwann, Purkinje, Pappenheim, Henle, Goodsir, Meckel und vielen Anderen hervorgehoben. Man kennt jedoch bis jetzt noch nicht die Einzelnheiten ihres Verhaltens.

Es wäre möglich, daß sich die in ihnen eingeschlossenen Verbindungen verflüssigten und durchschwitzten, oder daß die Zellenwände platzten oder aufgelöst würden und sich das Uebrige mit den flüssigen Theilen vermischte. Die Innenhaut des Darmes und manche andere Schleimhäute führen nicht selten geschlossene Bläschen, die eine mit eigenthümlichen Körperchen vermischte Flüssigkeit enthalten. Sie bilden einen wesentlichen Bestandtheil der vereinzelten und der Peyer'schen Drüsen des Nahrungscanales. Manche Forscher nehmen an, daß auch sie platzen, um ihren Inhalt gleich einem Absonderungsproducte in's Freie zu ergießen.

1438 Ein anderer Wirkungskreis der Epithelialgebilde der Drüsen bezieht sich auf die chemischen Folgeverhältnisse. Die salzreichen Flüssigkeiten, die aus dem Blute ausgeschieden werden, scheinen manche Bestandtheile der Epithelien, auf die sie stoßen, aufzulösen und hierdurch ihre Beschaffenheit zu ändern. Der Schleim geht wahrscheinlich auf diese Art aus der Lösung der Hornstoffe der Epithelien hervor. Die Speichelflüssigkeit übt vielleicht ähnliche Wirkungen auf die Epithelialabsätze der Endköpfchen der Speicheldrüsen aus.

1439 Es läßt sich unter diesen Verhältnissen schwer entscheiden, ob nur die Absonderungen in eigenthümlicher Weise aus dem Blute durchfiltriren oder erst die Flüssigkeiten, die ursprünglich austreten, in den Drüsen selbst auf besondere Art verändert werden. Das Wahrscheinlichste ist, daß die Drüsencanäle gewisse Stoffe des Blutes einfach aufnehmen und andere zurückweisen. Diese Mischung wird aber dann noch nicht selten in wesentlicher Weise in den Drüsenröhren verändert.

1440 Die Uebergangsstoffe sind Wasser, Salze und einzelne organische Ver-

---

[1]) Siehe Goodsir, in den Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XV. Part. II. Edinburgh, 1842. 4. p. 296. 98. Th. F. Guil. Schlemm, De hepate ac bile Crustaceorum et Molluscorum quorundam Berolini, 1844. 4. p. 17 fgg. u. Meckel, in Müller's Archiv. 1845. S. 12 fgg.

bindungen, wie Fette, Harnstoff und der Farbestoff der Galle und des Harns. Der Faserstoff des Blutes dagegen wird in der Regel zurückgewiesen. Das Eiweiß geht nur selten als solches über. Die Absonderungen sind daher fast immer wässriger als das Blut, gerinnen nicht bei dem Kochen und führen nur ausnahmsweise Eiweiß, wie der Bauchspeichel und der Samen.

1441 Manche organische Verbindungen, die in größeren Mengen in den Absonderungen auftreten, finden sich nur spurweise im Blute. Diese Erscheinung widerlegt aber noch nicht die Annahme, daß sie aus jener Mutterflüssigkeit durchfiltriren. Der Harnstoff kann uns dieses am besten versinnlichen.

Ein kräftiger Mann mittlerer Jahre entleert täglich im Durchschnitt nach Lecanu 33,050 Grm. Harnstoff in seinem Urin. Dieses giebt 0,023 Grm. für die Minute. Wägen auch nur seine beiden Nieren 160 Grm. und erhielten jede 50 Grm. Blut in der Minute zugeführt — Werthe, die unzweifelhaft zu klein sind — so brauchte die Blutmasse nur 0,04% Harnstoff zu erzeugen und abzusetzen, damit die scheinbar so bedeutende Menge von Harnstoff ausgesondert werde.

Wir werden in der Folge sehen, daß die Anwesenheit des Eiweißes die Erkenntniß geringer Mengen von Harnstoff in hohem Grade hindert. Das Blut zeigt aber dessenungeachtet oft Spuren von Harnstoff.

1442 Der Austritt der Fette aus dem Blute verursacht hier dieselben Schwierigkeiten, die wir schon für die Einsaugung dieser Verbindungen kennen gelernt haben (§. 767.). Man kann vorläufig nur annehmen, daß die Wände mit Oel durchtränkt sind und deshalb wässrige Lösungen zurückweisen.

1443 Ausfuhr des Secretes. — Erzeugen die blinden Enden einer Drüse neue Absonderungsflüssigkeiten, so schieben sie die älteren, schon vorhandenen vor sich her. Diese dehnen die größeren Gänge aus oder dringen nach anderen Aufnahmsorten vor. Die Thätigkeit der Nachbargebilde kann dann noch die Fortschaffung des Bereiteten unterstützen. Zieht sich eine nahe gelegene Muskelmasse zusammen und wirkt sie dabei auf die Drüsen selbst, so wird deren Inhalt weiter getrieben werden.

1444 Diese beiden Nebeneinflüsse reichen jedoch nicht hin, die Abführung der Absonderungen mit Pünktlichkeit zu leiten. Sie können sie vorzüglich nicht zu einzelnen Zeiten mit der erfoderlichen Schnelligkeit ihrem neuen Bestimmungsorte zuführen. Das von den Nerven beherrschte Verkürzungsvermögen der Ausführungsgänge kommt in dieser Hinsicht zu Hilfe.

1445 Der Gallengang, der Harnleiter, der Samencanal und wahrscheinlich auch die übrigen Hauptausführungsgänge der Drüsen sind im Stande, sich mit vieler Lebhaftigkeit wurmförmig zu bewegen. Sie stoßen auf diese Art ihren Inhalt fort. Erschlaffen sie später und hat die Flüssigkeit, die über ihnen steht, den geringsten Drucküberschuß, so füllen sie sich von Neuem und können dann das frühere Spiel wiederholen.

1446 Absonderungsbehälter. — Manche Absonderungen gelangen in Höhlen anderer Organe. Der Speichel tritt auf diese Weise in die Mund-

höhle und der Schleim in die Hohlräume des Nahrungscanals, der Lungen, der Scheide u. dgl. Absonderungen, die sich in größeren Massen vor ihrer Entleerung anhäufen, gelangen in besondere Behälter, die sie für einige Zeit bergen. Der Thränensack, die Gallenblase, die Harnblase und die Samenbläschen gehören zu dieser Klasse von Nebengebilden.

1447 Sie verhalten sich, wie Erweiterungen der Hauptausführungsgänge, die nur nach Bedarf mit stärkeren Muskelmassen versehen werden. Ihre Mittelhaut erreicht oft eine bedeutendere Entwickelung. Sie bedürfen auch eines kräftigeren Verkürzungsvermögens, weil sie größere Flüssigkeitsmassen auf ein Mal bewältigen müssen. Der Widerstand wird hier bisweilen so groß, daß selbst Nebenwirkungen, wie die Bauchpresse bei der Harnentleerung, zu Hilfe gezogen werden müssen.

1. Absonderungen der äußeren Haut.

1448 Schweiß. — Das Blut, das die Hautdecken durchkreist, läßt hier, wie an anderen Orten, eine tropfbar flüssige Mischung durchschwitzen. Die Lederhaut und die tieferen Schichten der Oberhaut werden mit dieser Flüssigkeit durchtränkt. Die Luft aber, die unseren Körper umgiebt, erwärmt sich und sucht zugleich so viel Wasserdünste als möglich aufzunehmen. Wir verlieren deshalb auf diese Art anhaltend eine Menge von Wasserdampf (§. 1400.). Es wird gleichzeitig etwas Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen.

1449 Erhält sich Alles in den gewöhnlichen Verhältnissen, so verliert das Blut nur so viel Flüssigkeit, als zur Dampferzeugung und zur Durchtränkung der tieferen Hautgebilde nöthig ist. Wird dagegen dieses Maaß überschritten, tritt gleichzeitig mehr Flüssigkeit, als gleichzeitig verdunsten kann, nach außen, so kommt ein Theil in tropfbarflüssiger Gestalt als Schweiß zum Vorschein Diese Mischung enthält organische Verbindungen und Salze, die sich nicht sämmtlich mit Leichtigkeit verflüchtigen, aufgelöst. Verdunstet sie später, so schlagen sich jene Stoffe als Körperchen von mikroskopischer Kleinheit an der Oberhaut nieder. Sie besteht theils aus unregelmäßigen oder regelmäßigen Körnergebilden, theils aus einfachen oder verwachsenen Krystallen.

1450 Die Spiraldrüsen, die in der menschlichen Haut in sehr ungleicher Weise vertheilt sind, werden von vielen Forschern als die Werkzeuge des Schweißes betrachtet und deshalb mit dem Namen der Schweißdrüsen belegt. Sieht man ihren schraubenförmigen Ausführungsgang als ein wesentliches Merkmahl an, so fehlen sie an sehr vielen Stellen, an denen wir nicht selten schwitzen. Betrachtet man dagegen auch die schlauchförmigen einfachen oder getheilten Röhrengebilde, die sich nicht korkzieherartig drehen, als Schweißdrüsen, und rechnet nur zu den Talgdrüsen diejenigen Träubchen, welche die Haare umgeben oder überhaupt nicht bis in das Unterzellgewebe der Haut hinabreichen, so hat jeder Hauttheil eine größere oder geringere Menge jener Absonderungsgebilde. Manche Forscher geben an, daß sich im Anfange, wenn die Haut feucht wird, mit der Lupe

beobachten läßt, wie einzelne Flüssigkeitstropfen aus deren Mündungen hervortreten.

1451 Krause[1]) fand durch seine ausführlichen Messungen und Berechnungen, daß die Haut des Erwachsenen, wenn man die Achselhöhlen ausnimmt, 2381248 solcher Schweißdrüsen in ausgedehnterem Sinne des Wortes enthält. Ihr Gesammtumfang beträgt nach ihm 78,66 Cubikcentimeter, mithin nur ⅓ bis ¼ des Volumens beider Nieren. Er schätzt die mittlere Breite des Ganges zu 0,376 Millimeter. Es gelang ihm ein Mal[2]) einen solchen Schlauch zu entwickeln. Er fand ihn dann 1,69 Millim. lang.

1452 Legt man 78,66 Cubikcentimeter als Rauminhalt und 0,376 Millim. als durchschnittliche Breite zum Grunde, so würden alle Schweißdrüsen 0,209 Quadratmeter Absonderungsfläche besitzen. Nimmt man dagegen an, jedes von ihnen wäre 1,69 Millim. lang und 0,376 breit, so kämen ihnen 0,2107 Quadratmillimeter als Absonderungsfläche zu. 2381248 solcher Gebilde hätten daher im Ganzen 0,502 Quadratmeter Absonderungsfläche. Dieser höhere Werth schlösse noch nicht die Achseldrüsen ein. Hat aber die äußere Haut des Erwachsenen 1,5 Quadratmeter Oberfläche, so wäre sie hiernach jedenfalls größer, als die Absonderungsfläche der sämmtlichen Schweißdrüsen.

Anhang Nr. 82.

Anhang Nr. 81.

1453 Betrachten wir die gewöhnlichen Verhältnisse, so wird die Haut, die im Durchschnitt auf 34 bis 35° C. hat, die benachbarten Luftschichten so sehr als möglich zu erwärmen suchen. Die Wasserverdunstung muß dann um so mehr zunehmen, je mehr dieses gelingt und je trockener die Atmosphäre ist. Wechseln häufig die Luftmassen, die unsere Haut bestreichen, so kann hierdurch eine Erhöhung oder eine Erniedrigung des Wasserverlustes, je nachdem die Erwärmung und die Abgabe des Wasserdampfes vollständiger oder unvollständiger gelingt, bedingt werden.

Befinden wir uns in einem hermetischen Verschlusse, so daß uns nur ruhende Atmosphäremassen umgeben, so werden diese nach und nach die Wärme unserer Haut anzunehmen und sich mit Wasserdampf zu sättigen suchen. Da aber in der Regel die Wände eines solchen Behälters, wenn sie irgend von dem Körper entfernt sind, kälter, als die inneren Luftschichten bleiben, so schlagen sich bald an ihnen Wassertropfen nieder. Hatte Seguin eine Zeit lang sein luftdichtes Wachstaffentkleid getragen (§. 1405.), so belegte es sich mit Flüssigkeitstropfen. Dasselbe wiederholt sich, wenn man eine Zeit lang den Arm oder einen anderen Körpertheil in einem Glase hermetisch eingeschlossen hält oder wenn ein Thier in einem überall verwahrten Behälter aufbewahrt wird.

1454 Die Menge der Mündungen der Schweißdrüsen entspricht nicht der Zahl dieser Absonderungswerkzeuge, weil nicht selten zwei von ihnen eine gemeinschaftliche Oeffnung besitzen. Krause[3]) nimmt an, daß im Ganzen 2270000 solcher Oeffnungen vorhanden seien. Der mittlere Durchmesser derselben gleicht nach ihm ungefähr 0,04 Mm. und daher ihre Oberfläche

---

[1]) Krause, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 132.

[2]) Krause, a. a. O. S. 128.

[3]) Krause, a. a. O. S. 150.

0,06283 Quadratmillimeter. Ihre gesammte Ausmündungsfläche betrüge hiernach 0,143 Quadratmeter.

1455 Hält man sich an die Werthe von Krause[1]) und läßt die Einflüsse des Barometerstandes und des ursprünglichen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft bei Seite, so verdampfen höchstens in der Minute bei 35° C. 0,45716 Grm. von einem Quadratmeter Wasseroberfläche. 0,143 Quadratmeter geben daher 0,065. Wir haben aber früher (§. 1404.) gesehen, daß ich ungefähr stündlich 30 Grm. und mithin 0,5 Grm. in der Minute verliere. Denkt man sich auch alle Schweißdrüsen anhaltend mit Flüssigkeit gefüllt, so könnte diese nur etwa $1/7$ bis $1/8$ der Wasserdünste, die wir im ruhenden Zustande verlieren, liefern. Krause[2]) schätzt im Allgemeinen diesen Werth auf $2/8$ bis $2/9$.

1456 Die größte Menge des Wassers, das wir in Dampfform verlieren, durchdringt mithin die Oberhaut. Unmittelbare Versuche lehren auch, daß die Epidermis Dünste von Wasser und anderen flüchtigen Verbindungen mit Leichtigkeit durchläßt. Sie gehört überhaupt zu den hygroskopischen Körpern. Steht sie auf der einen Seite mit der Ernährungsflüssigkeit und auf der anderen mit einer Atmosphäre, die noch nicht mit Wasserdampf für ihren Wärmegrad gesättigt ist, in Berührung, so muß sich ein fortwährender Wasserdampfstrom erhalten, ohne daß die Oberhaut ihre lufttrockene Beschaffenheit verliert.

1457 Tropfbare Flüssigkeiten durchsetzen sie sehr schwer, so lange nicht die Epidermidalzellen oder deren Zwischenräume durchweicht worden sind. Schwitzt mehr Flüssigkeit aus dem Blute, so daß es zur Schweißbildung kommt, so wird diese Absonderung leichter durch die Schweißdrüsen, als durch die Oberhaut durchtreten. Hat aber der Schweiß oder ein Bad die letztere erweicht, so ist auch hier ein gleichförmigerer Austritt denkbar.

1458 Sollen wir schwitzen, so muß das Blut mehr Flüssigkeit, als gleichzeitig verdunsten oder unter der Haut bleiben kann, aussondern. Mag uns daher auch die äußere Hitze dazu anregen, so liegt doch immer die nächste Ursache in unserem eigenen Körper. Verschiedene Menschen schwitzen deshalb auch in ungleichem Verhältnisse in demselben Raume. Die bloße Verschiedenheit der Bekleidung und der anderen Nebenverhältnisse erklären nicht immer diese Abweichung.

Krankheitserscheinungen deuten darauf hin, daß hier die Nervenverhältnisse einen wesentlichen Einfluß ausüben. Die tägliche Erfahrung lehrt schon, wie leicht örtliche und allgemeine Schweiße nach Gemüthsbewegungen entstehen. Einzelne Arzneistoffe, wie essigsaueres Ammoniak befördern die Schweißbildung, andere dagegen, wie Säuren, hemmen sie. Die oft unleidlich warme Haut eines Fieberkranken oder eines Typhösen kommt nicht zum Schwitzen. Hat sich dagegen Wasser in den Hirnhöhlen eines Kindes in Folge von Hirnentzündung abgesetzt, so quillt ein reichlicher Schweiß aus der Haut des kleinen Kranken. Dieser Wechsel der Erscheinungen rührt vermuthlich davon her, daß die Nerveneinflüsse die Porosität der Gebilde ändern und diese für die Durchdringung der Flüssigkeiten unzugänglicher machen oder im Gegentheil ihren Austritt erleichtern.

---

[1]) Krause, a. a. O. S. 151.
[2]) Krause, a. a. O. S. 160.

1459 Schwitzt ein Mensch, so vergrößert sich hierdurch die Menge seiner Perspiration in auffallendem Maaße. Saß ich ruhig [1]), so verlor ich auf diese Weise in der Stunde 32,8 Grm. Ging ich dann 1 Stunde in der Sonnenhitze spazieren, schwitzte dabei in geringem Grade und hatte ich zugleich heftigen Hunger, so erhöhte sich der stündliche Perspirationsverlust auf 89,3 Grm., mithin schon um mehr, als das Doppelte. Nahm ich endlich 710,5 Grm. Wasser und Nahrungsmittel zu mir, lief dann stark bei 21°8 C. der Luft, ging dabei mehre Berge auf und ab und schwitzte sehr stark, so traten in der Stunde 132,7 Grm. auf dem Wege der Perspiration aus meinem Körper. Schweiß, Bewegung und Verdauung erhöhten daher den Verlust um das Vierfache. Vergleichende Beobachtungen, die wir bei den Ernährungserscheinungen kennen lernen werden, weisen nach, daß hier der Schweiß stärker als die übrigen Gelegenheitsursachen einwirkte.

Es ist unmöglich, die Menge des Schweißes, der in solchen Fällen ausgeschieden wird, genau zu bestimmen. Wollte man ihn unmittelbar sammeln, so erhielte man noch Hautschmiere und Oberhautblättchen mit ihm vermischt. Ein Theil verdampft übrigens auf der Stelle von der Haut oder den Stoffen, in die der Schweiß eindringt. Man kann ihn aber auch nicht aus dem Perspirationsverluste mittelbar berechnen, weil sich gleichzeitig die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verschluckten Sauerstoffes in unbekannter Weise vergrößern.

1460 Schlägt man den Hautdunst an den Wänden eines kühleren Behälters nieder, so enthalten die Wassertropfen, wie sich von selbst ergiebt, Kohlensäure. Anselmino fand 0,5 bis 1,125% festen Rückstandes in der Flüssigkeit, die sich aus der Ausdünstung des Armes absetzte. Der Schweiß von Menschen, die an Gicht oder an Lähmung der Füße litten, und Wassercuren gebrauchten, enthielt nach Piutti [2]) 99,30 bis 99,55% Wasser. Seine Eigenschwere glich 1,003 bis 1,004. F. Simon [3]) fand ähnliche Verhältnisse in der Flüssigkeit, die sich an dem Gesichte eines Gesunden im Dampfbade absetzte.

1461 Sammelt man größere Mengen von Schweiß, so setzt er häufig einen grauen flockigen Niederschlag ab. Er besteht größtentheils aus losgestoßenen Oberhautblättchen und geringen Beimischungen von Fett und anderen Verbindungen. Läßt man einen Tropfen unter dem Mikroskope verdampfen, so schlagen sich Krystallgebilde von Kochsalz, Salmiak oder anderen schwer bestimmbaren Salzen nieder. Einzelne Fetttröpfchen kommen nicht selten zum Vorschein. Behandelt man den Schweiß mit Schwefelsäure, so entbindet sich bisweilen ein Geruch, der an den der Essigsäure oder einer noch nicht genau bestimmten Fettsäure erinnert (§. 1414.). Die Flüssigkeit hat nicht selten ursprünglich eine saure Beschaffenheit.

1462 Kochsalz, Salmiak, phosphorsauerer Kalk und Spuren von Eisen bilden die unorganischen Bestandtheile, die mit Sicherheit im Schweiße nachgewiesen worden sind. Die organischen Stoffe, die in ihm vorkommen,

---

[1]) Repertorium. Bd. VIII. S. 394 — 95. Aehnliche Beispiele sind zusammengestellt bei Krause a. a. O. S. 148.

[2]) F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. Berlin, 1842. 8. S. 332.

[3]) Simon, ebendaselbst. S. 327.

sind fast noch gänzlich unbekannt. Man weiß nur, daß sie theils zu den Fett- und theils zu den Proteinkörpern gehören [1]).

Wir haben schon früher (§. 1440.) gesehen, daß die Geruchsorgane die feineren Unterschiede der Schweißarten besser, als die chemischen Prüfungen angiebt. Die Resultate, die einzelne Forscher über die Eigenthümlichkeiten kranker Schweiße erhalten haben, sind nur mit großer Behutsamkeit zu gebrauchen. Die freie Säure soll nach Prout bei Zehrfiebern, nach Anselmino bei Wöchnerinnen und das freie oder gebundene Ammoniak in Zersetzungskrankheiten in größerer Menge vorhanden sein. Prout fand mehr Kochsalz in dem Schweiße eines Wassersüchtigen, Anselmino Eiweiß in dem kritischen Schweiße eines rheumatischen Fiebers. Dieses letztere fehlte dagegen nach F. Simon in dem Schweiße einer an Zehrfieber zu Grunde gehenden Lungenschwindsüchtigen. Gicht und ähnliche Leiden erhöhen die Masse der Salze.

Einzelne Verbindungen, die sonst dem Schweiße mangeln, können ihm krankhafter Weise vom Blute mitgetheilt werden. Es bilden sich auf diese Art ausnahmsweise röthliche Schweiße bei Faulfieber, Skorbut und Petechien und gelbe bei Gelbsucht. Sie nehmen auch eine bläuliche Farbe in seltenen Fällen an. Hat ein Mensch Schwefel, Jod, Jodkalium, Kupfer, Chinin, Stinkasand, Safran, Indigo und ähnliche Körper eingenommen, so können sie verändert oder unverändert im Schweiße wiederkehren.

1463 Die bis jetzt betrachteten Hautausscheidungen üben einen bedeutenden Einfluß auf den gesammten Haushalt des Körpers aus. Die organischen Gleichgewichtserscheinungen (§. 410.) werden von ihnen theilweise bestimmt. Ein Mensch, der viel schwitzt, harnt im Durchschnitt weniger und die Verminderung der Hautausdünstung kann wäßrige Ausscheidungen im Darme oder an anderen Körperstellen nach sich ziehen. Bedenken wir, daß ich z. B. stündlich 30,767 Grm. und unter diesen 29,998 Grm. Wasser durch die Haut und nur 51,6 Grm. durch meine gesammte Perspiration verliere, so ergiebt sich von selbst, wie heftig Störungen der Hautthätigkeit auf das ganze Getriebe des lebenden Körpers wirken müssen.

1464 Die vorzüglich von Fourcault angestellten Versuche erhärten dieses auf unmittelbare Weise. Bestreicht man die Oberfläche eines Kaninchens oder Pferdes mit einem luftdichten Firniß, so daß die Hautausdünstung unterdrückt wird, so gehen die Thiere binnen Kurzem zu Grunde. Ihre Eigenwärme sinkt, wie früher (§. 286.) schon angeführt wurde, in auffallender Weise. Wäßrige Ergüsse bilden sich leicht in den verschiedenen Körperhöhlen.

Die Veränderungen, welche die sogenannten Erkältungen nach sich ziehen, sind bis jetzt noch nicht physiologisch untersucht worden. Man weiß daher nicht, in welchem Grade dann die Hautausdünstung vermindert ist und wie sich die übrigen Perspirationsthätigkeiten verhalten. Dasselbe gilt von ausgedehnten Hautverbrennungen, die nicht selten den Tod binnen Kurzem herbeiführen. Die verschiedenen Hautstellen verhalten sich wahrscheinlich in allen diesen Beziehungen auf ungleiche Weise.

1465 Hautschmiere. — Sie bildet die fettige Masse, welche die meisten Stellen unserer äußeren Körperfläche einölt. Die Fettdrüsen, die an jedem Haare angebracht sind, liefern ein Oel, das oft noch, ehe es hervortritt, zu einer dichteren Fettmasse erstarrt. Das Haar und die benachbarten Hautstellen benutzen diese Pomade, damit ihre Horngebilde geschmeidiger

---

[1]) Vergl. Berzelius, Thierchemie. S. 392 und F. Simon, a. a. O. S. 328.

und für Wasser undurchdringlicher werden. Die Talgdrüsen, die an einzelnen Hautstellen vorzugsweise ausgebildet sind, leisten dieselben Dienste.

Die schwankenden Grenzen, welche die bisherige Anatomie zwischen den Talgdrüsen der Haut und den sogenannten Schweißdrüsen zieht (§. 1450.), erschweren hier den Ueberblick. Manche Hautstellen, wie die Füße, enthalten größtentheils Spiraldrüsen und sondern nichts desto weniger viel Hautschmiere ab. Diese muß daher unmittelbar oder mit dem Schweiße hervortreten und gleichsam als Satz an der äußeren Körperoberfläche zurückbleiben. Die Spiraldrüsen scheinen hiernach nur veränderte Fettdrüsen darzustellen.

1466 Die Talgdrüsen, die sich schon an verschiedenen Orten der Lederhaut in ungleichem Grade entwickeln, erlangen an manchen verborgenen Stellen einen größeren Umfang. Die ausgezeichnetesten von ihnen sind die Ohrenschmalzdrüsen, deren Bau dem der Spiraldrüsen nahe steht, und die Meibomischen Drüsen der Augenlider. Die Vorhautgebilde dagegen, die man mit dem Namen der Tysonschen Drüsen belegt hat, gehören nicht zu den Drüsenwerkzeugen [1].

1467 Das Oel der Fettdrüsen erstarrt bald zu einer gelblichen talgartigen Masse. Steht sie mit der Luft in Berührung, so wird sie nicht selten schwarz. Die Stücke von Hautschmiere, die sich zwischen den Zehen und in anderen Gegenden absetzen, sind deshalb oft dunkel gefärbt. Diese Veränderung scheint aus chemischen Umsatzerscheinungen und nicht aus einer bloßen mechanischen Beimischung fremdartiger Gebilde hervorzugehen.

1468 Die Menge des Fettes, das die Haut liefert, wechselt in hohem Grade nach Verschiedenheit der Racen und der Persönlichkeiten. Die einzelnen Hautstellen unterscheiden sich auch in dieser Hinsicht. Die Augenlider, der äußere Gehörgang, die Gegend der Nase, der Achselhöhlen, der Leistenbuge, der Geschlechtswerkzeuge und die Zwischenräume der Zehen scheinen in dieser Hinsicht die meisten Vorzüge zu genießen. Die Absonderung der Talgdrüsen, die in der Nähe der Nase angebracht sind, vergrößert sich häufig in Folge von allgemeinen Störungen und vorzüglich von geschlechtigen Aufregungen.

Die Mitesser, die häufig in der Gesichtshaut vorkommen, gehen aus einer Umfangvermehrung der Fettdrüsen hervor. Das gelbe, in ihnen enthaltene und leicht ausdrückbare Fettwürstchen wird in der Regel da, wo es die Atmosphäre berührt, dunkel gefärbt. Ein schwarzer Punkt verräth daher meistentheils die krankhafte Veränderung.

Man hat schon 1682 die Bemerkung gemacht [2], daß bisweilen eine Milbe in den Mitessern des Menschen vorkommt. Diese später vergessene Thatsache wurde wieder in neuerer Zeit zuerst von G. Simon beobachtet und von Henle, mir, Miescher, Erdl u. A. bestättigt. Die von Simon abgebildete Art [3] scheint von der von Erdl [4]) gefundenen verschieden zu sein. Die Mittheilung von Henle, mir und Miescher [5] beziehen sich auf die erstere Species. Die Krätzmilbe [6] bildet einen anderen ausnahmsweise vorkommenden Schmarotzer, der in der Oberhaut des Menschen nistet.

---

[1] G. Simon, in Müller's Archiv. 1844. S. 1 — 8.
[2] Schoenlein, in R. Remak's diagnostischen und pathogenetischen Untersuchungen. Berlin, 1845. 8. S. 217.
[3] G. Simon, in Müller's Archiv. 1842. Taf. XI. J. Vogel, Erläuterungstafeln zur pathologischen Histologie. Leipzig, 1843. 4. Taf. XII. Fig. 6.
[4] J. Vogel, Ebendaselbst. Taf. XII. Fig. 7.
[5] Repertorium. Bd. VIII. Bern, 1843. S. 246.
[6] J. Vogel, a. a. O. Taf. XII. Fig. 8 — 10.

1469 Die Fortdauer der Fettabsonderung der Talgdrüsen muß einen Theil des schon vorhandenen Fettes vorschieben und auf die Oberfläche der Haut bringen. Die Verkürzungen der Lederhautfasern können noch diesen Vorgang begünstigen. Befinden sich Fettdrüsen in Falten oder an beweglichen Theilen, so werden die Ortsveränderungen der Nachbargebilde einen Druck liefern, der den Austritt und mittelbar die Absonderung (§. 1443.) der Hautschmiere wesentlich beschleunigt. Die Umgegend der Nase, die Achselhöhle, die Leistenbuge, die Geschlechtswerkzeuge und die Zwischenräume der Zehen erfreuen sich dieses Vortheils.

1470 Oberhautabschuppung. — Die ältesten Zellen der Oberhaut, die den äußersten Schichten der Hautdecken angehören, stoßen sich in kleinen mikroskopischen Schuppen los. Bindet man sich einen Finger mehrere Tage lang zu, so gelingt es nicht selten, diese Masse in Form eines mehlartigen Pulvers zu erhalten. Kommt sie mit der Hautsalbe in Berührung, so wird sie zu einem großen Theile von ihr zurückgehalten. Wir finden daher auch zahlreiche vertrocknete Epithelialblättchen, wenn wir Klümpchen von Hautschmiere oder von Ohrenschmalz mikroskopisch untersuchen. Die Schüppchen, die von der Oberfläche der Haare abgehen, können noch die Zahl dieser Gebilde vergrößern.

Diese Massen bilden Mischungen von Fett und Proteinkörpern [1]. Die einzelnen Analysen, denen Esenbeck das Fett eines Mitesser und Stickel das der Vorhaut unterwarf, geben keine näheren Aufschlüsse.

Das Pulver, welches das Striegeln der Pferde liefert, besteht aus der Oberhautabschuppung, einzelnen Haarbruchstücken und wahrscheinlich den Ueberresten der Hautschmiere und dem Niederschlage des Schweißes. Ein Pferd, das 428 Kilogramm wog, lieferte mir 5,909 Grm. an einem und 4,846 Grm. an einem zweiten Tage [2]. Das Ganze gab 22,3 und 28% Asche. Brunner fand 3,8% Kieselsäure, 3,8% Kalk, 0,6% Thonerde, 0,3% Eisenoxyd und eine Spur von Manganoxyd in 100 Theilen der trockenen Abschuppungsmasse.

Steinbildungen setzen sich krankhafter Weise in dem Talge der Vorhaut ab. Diese Vorhautsteine bestehen nach Esenbeck aus einer Mischung von Fett, Eiweiß und aus kohlensaueren Verbindungen des Kalkes und des Talks nebst geringen Mengen von Natron

2. Seröse Absonderungen.

1471 Die Flüssigkeiten, die zu den serösen Absonderungen gerechnet werden, gehören zu den einfachsten Ausschwitzungen des Blutes. Sie bilden farblose oder höchstens gelbe Lösungen, die viel Eiweiß enthalten, nicht aber von selbst gerinnen.

1472 Findet die Blutmasse einen Raum, der weniger Widerstand leistet, so setzt sie solche Mischungen ohne Weiteres ab. Die Ernährungsflüssigkeit stellt daher eine allgemein verbreitete seröse Absonderung dar. Ergießt sie

[1] J. J. Berzelius, Thierchemie. Vierte Auflage. S. 539.
[2] R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1832. 8. S. 432.

sich hier nur in die von den Gewebtheilen gebotenen Zwischenräume, so sammelt sie sich zu größeren Massen, so wie die nöthigen Hohlräume vorhanden sind. Der Inhalt der serösen Säcke, wie der Hüllen des Gehirnes und des Rückenmarkes, des Herzbeutels, des Lungenfells, des Bauchfells, der Scheidenhaut des Hodens, der Gelenkhäute, der Sehnenscheiden u. dgl. und die wäßrige Feuchtigkeit des Auges, die Flüssigkeiten des Gehörlabyrinthes und ähnliche Absätze entstehen auf diese Weise.

1473 Wir haben schon früher (§. 174. fgg.) gesehen, wie die serösen Absonderungen ihren Mengen nach durch die äußeren Druckverhältnisse bestimmt werden und welchen Nutzen sie gewähren. Ueberschreitet aber der Druck, der von dem Blute aus wirkt, die Gegenwirkung der Aufnahmsräume oder gestattet die Porosität der Gefäßwände einen reichlicheren Austritt, so setzen sich diese Mischungen in übermäßigem Grade ab. Die Wassersuchten entstehen auf diese Weise. Ergüsse in die Zwischenräume der Gewebe treten dann auch häufig neben einer krankhaften Vermehrung des Inhaltes der serösen Säcke hervor.

1474 Die meisten dieser Flüssigkeiten kommen in dem gesunden Körper in so sparsamer Menge vor, daß man nicht die gegenseitigen Verhältnisse ihrer Bestandtheile mit Sicherheit ermitteln kann. Die wäßrige Feuchtigkeit des Auges, die wahrscheinlich vorzugsweise von den Blutgefäßen der Regenbogenhaut geliefert wird, enthält nach Berzelius 98,10% Wasser, 0,75% organischer Verbindungen und 1,15% Kochsalz mit wenig Weingeistextract. Die Flüssigkeit, die den Glaskörper durchzieht, verhielt sich auf ähnliche Weise. Sie führte 98,40% Wasser, 0,16% Eiweiß, 0,18% organischer Verbindungen und 1,42% Kochsalz mit etwas Weingeistextract. Die Aschenbestandtheile herrschen mithin vor den feuerflüchtigen Stoffen vor.

1475 Die alkalische Gelenkflüssigkeit scheint das umgekehrte Verhältniß darzubieten. John [1]) fand in der des Pferdes 92,8% Wasser, 6,4% Eiweiß und nur 0,75% Salze. Dieser Unterschied hängt mit den Bestimmungen der genannten Flüssigkeiten zusammen. Der Eiweißgehalt der Gelenkschmiere vermindert die Reibung der Gelenkflächen (§. 95.). Die wäßrige Feuchtigkeit des Auges und der Inhalt des Glaskörpers dagegen, die keine Bestimmung der Art zu erfüllen haben, entstehen aus einfacheren Ausschwitzungen des Blutwassers.

1476 Da sich die Blutkörperchen, die einen nicht unbedeutenden Theil des Blutes ausmachen, nicht unmittelbar bei diesen serösen Absonderungen betheiligen, so müssen auch diese Ausscheidungen mehr Wasser, als das Blut im Ganzen enthalten. Nimmt man an, daß das Eiweiß der Blutflüssigkeit keine vollkommen chemische Lösung bildet, so wird die wäßrige Absonderung verhältnißmäßig mehr Salze, als organische Verbindungen enthalten, wenn die Porosität der Durchschwitzungshäute eine gewisse Feinheit erreicht. Ist dieses nicht der Fall, sind die Zwischenräume von vorn herein größer oder werden sie durch einen stärkeren Druck erweitert, so

---

[1]) Berzelius, Thierchemie. S. 564. 565.

müssen sich auch mehr feuerflüchtige Stoffe durchdrängen (§. 117.). Die oben erwähnten Flüssigkeiten des Auges geben einen Beleg für den ersteren und die Gelenkschmiere einen solchen für den letzteren Fall.

Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich in den krankhaften Ausschwitzungen Alle führen mehr Wasser, als das Blut im Ganzen und die meisten selbst mehr, als die Blutflüssigkeit. Die Hirnhöhlenwassersuchten, einzelne Hydroceleflüssigkeiten und manche Hydatiden haben noch verhältnißmäßig mehr Salze, als organische Verbindungen Die Ergüsse, die wir in der Schilddrüse, in der Brust- und Bauchhöhle, in dem Eierstock und dem Hodensack antreffen, zeigen häufig das Gegentheil. Feste Proteinkörper schlagen sich auch oft in ihnen nieder und erhöhen ihren festen Rückstand und ihre verhältnißmäßigen Mengen organischer Verbindungen. Es kommt dagegen seltener vor, daß sie auch gerinnbaren Faserstoff enthalten und nach dem Austritte aus dem Körper von selbst erstarren.

Die folgende Tabelle, in der die Endwerthe einer Reihe von Analysen krankhafter Ausschwitzungen zusammengestellt sind, kann uns die meisten dieser Sätze erhärten. Die Quellen, denen sie entnommen sind, finden sich in Berzelius Thierchemie. Vierte Auflage. S. 99 u. 199. F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 581—583. Repertorium Bd. II. S. 198. V. S. 358. VI S. 300. J. J. Scherer, chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg, 1843. 8. S. 101 fgg. Heller's Archiv für physiologische und pathologische Chemie. 1844. S. 215 u. 219 und R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 400.

Nro.	Flüssigkeit.	Procentiger Inhalt an					Verhältniß der unorganischen Stoffe zu		Beobachter.
		Wasser.	Eiweiß.	organischen Stoffen überhaupt.	Chloralkaloiden und vorzüglich Chlornatrium.	unorganischen Salzen überhaupt.	dem organischen.	dem Eiweiß.	
1	Hirnhöhlenwassersucht	98,83	0,166	0,424	0,709	0,746	1 : 0,57	1 : 0,22	Berzelius.
2	Desgl.	99,00	0,055	0,316	0,655	0,684	1 : 0,46	1 : 0,08	Mulder.
3	Desgl.	98,99	0,030	0,140	0,544	0,860	1 : 0,17	1 : 0,03	Tenant.
4	Viermonatlicher Wasserkopf . . .	99,00	—	0,100	0,845	0,900	1 : 0,11	—	Babington.
5	Flüssigkeit einer vergrößerten Schilddrüse	90,51	1,356	7,831	0,621	1,084	1 : 7,23	1 : 1,25	Wright.
6	Desgl.	89,64	0,792	9,558	0,746	1,067	1 : 8,96	1 : 0,74	»
7	Inhalt eines Blasenkropfes	92,10	6,123	7,740	—	0,772	1 : 10,03	1 : 7,93	Scherer.
8	Brustempyem . .	93,55	5,278	5,634	—	0,740	1 : 7,61	1 : 7,13	»
9	Brustwassersucht .	92,8	5,20	6,180	0,750	1,020	1 : 6,06	1 : 5,09	»
10	Bauchwassersucht .	95,22	2,38	3,69	0,81	1,08	1 : 3,41	1 : 2,20	Marchand.
11	Desgl.	97,80	0,84	1.26	0,68	0,80	1 : 1,58	1 : 0,24	F. Simon.
12	Desgl.	93,72	5,51	5,91	—	0,37	1 : 16,00	1 : 14,90	Marquart.
13	Desgl.	98,67	0,361	0,540	—	0,790	1 : 0,70	1 : 0,46	Scherer.
14	Desgl.	95,30	1,188	3,918	—	0,722	1 : 5,43	1 : 1,64	»

Nro.	Flüssigkeit.	Procentiger Gehalt an					Verhältniß der unorganischen Stoffe zu		Beobachter.
		Wasser.	Eiweiß.	organischen Stoffen überhaupt.	Chloralkaloiden und vorzüglich Chlornatrium.	unorganischen Salzen überhaupt.	den organischen.	dem Eiweiß.	
15	Bauchwassersucht .	96,34	1,282	2,799	—	0,858	1:3,26	1:1,50	Scherer.
16	Eierstockswassersucht	92,50	6,427	6,987	—	0,889	1:7,86	1:7,23	F. Simon.
17	Desgleichen . . .	95,12	—	4,253	0,408	0,527	1:8,15	—	Scherer.
18	Dieselbe drei Wochen später	94,09	—	5,353	0,431	0,558	1:9,60	—	»
19	Desgl. mit dichteren Massen gemischt .	86,76	8,596	12,462	—	0,781	1:15,95	1:11,01	»
20	Desgl.	90,31	—	8,846	—	0,854	1:10,36	—	»
21	Desgl.	83,99	15,053	15,209	—	0,801	1:18,99	—	Lerch.
22	Inhalt einer Eierstockscyste . . .	79,99	—	17,20	—	1,043	1:16,50	—	Scherer.
23	Hydrocele-Flüssigkeit	86,00	4,830	6,588	—	7,322	1:0,90	1:0,66	F. Simon.
24	Desgl.	91,92	5,80	7,35	—	0,73	1:10,07	1:7,94	Heller.
25	Desgl.	93,40	5,281	5,832	—	0,768	1:7,60	1:6,89	»
26	Desgl.	90,64	6,00	8,423	—	0,937	1:9,00	1:6,40	»
27	Hydatiden	98,50	—	0,65	—	0,85	1:0,77	—	Griffith.
28	Gesundes Blutserum	90,60	7,80	8,399	0,60	0,881	1:9,53	1:8,85	Lecanu.
29	Gesundes Blut im Ganzen	78,015	6,509	20,698	0,516	1,047	1:19,77	1:6,22	»
30	Lebendige Blutflüssigkeit (berechnet) .	90,8	7,4	8,3	—	0,9	1:9,22	1:8,22	H. Nasse.

Die unter Nr. 8 aufgeführte Flüssigkeit gehört zu denen, die Faserstoff führen. Seine Menge betrug 0,062%.

3. Schleimbildung.

Schleimerzeugung. — Die Mischung, die wir mit der Benennung des Schleimes belegen, ist eine graue, zähe, glasartige Masse, die sich nur mit dem Wasser mengt, nicht aber in ihm vollständig auflöst, leicht an festen Körpern haften bleibt und bei dem Abreißen Faden bildet, die Oberflächen der von ihr überzogenen Theile schützt, andere Flüssigkeiten, mit denen sie sich mischt, dichter macht und mechanisch beigemengte Luft schaumartig bindet. Sie bildet keine reine Lösung, sondern enthält mechanische Gemengtheile von mikroskopischer Kleinheit. Eigenthümliche Kerngebilde, die 1477

sogenannten Schleimkörperchen, Ueberreste von Epithelien und kleine Körnchen verschiedenartiger Beschaffenheit kommen in ihr am häufigsten vor.

1478 Der Schleim erscheint nur an freien äußeren oder inneren Oberflächen des Körpers. Die Bindehaut des Auges, die Nasenhöhle mit ihren Nebenhöhlen, die Eustachische Trompete, die Mundhöhle, der weiche Gaumen, der Schlund, die Speiseröhre, der Magen, die dünnen und die dicken Gedärme, die Gallenblase, die Athmungswerkzeuge, die Harnblase, die Samenblasen, die Gebärmutter und die Scheide sind die Hauptheerde der Schleimerzeugung. Die glasartige Masse bleibt geschieden oder vermischt sich sogleich mit anderen Absonderungsflüssigkeiten.

1479 Die Schleimbildung hängt nicht nothwendiger Weise von der Anwesenheit eigener Schleimdrüsen ab. Kommen aber diese vor, so kann auch ihre Form innerhalb beträchtlicher Grenzen wechseln. Der mit reichlichem Schleime überzogene weiche Gaumen besitzt eine Menge zusammengesetzter Drüschen. Die in seiner Nähe liegenden Mandeln dagegen haben größere Hohlräume, die beständig mit Schleim gefüllt sind. Die Magendrüsen bilden keine so einfachen Gruben oder Säckchen, als die Lieberkühnschen Drüsengebilde des Darmes.

Obgleich die Innenfläche der Gallenblase mit reichlichem Schleime überzogen ist, so lassen sich doch nicht an ihrer Schleimhaut besondere Drüsen, welche jene Absonderung liefern, nachweisen. Die Untersuchung der Blasenschleimhaut führt zu einem ähnlichen Ergebnisse.

1480 Verfolgen wir die Art und Weise, wie der Schleim auftritt und welche allgemeine Merkmahle er darbietet, so gelangen wir zu einer sehr wahrscheinlichen Vorstellung über die Entstehung dieser Mischung. Die Schleimbereitung erfodert überall eine gewisse Zeit. Geht die Absonderung zu rasch vor sich, so bildet sich nur ein verhältnißmäßig salzreiches Wasser. Der Ausfluß der Nase in der Kälte oder zu manchen Zeiten des Katarrhs giebt uns die nächsten Belege hierfür. Kommt es zur Schleimerzeugung, so finden wir Kerngebilde, wie sie sonst in den Epithelialzellen enthalten sind, als mechanische Gemengtheile. Der Schleim im Ganzen oder eine ihm eigenthümliche Verbindung zeigt endlich noch manche chemische Aehnlichkeit mit dem Hornstoff oder dem Keratin [1]).

Man kann hiernach annehmen, daß eine ursprünglich gelieferte seröse Flüssigkeit den schon abgelagerten oder zum Absatze bereiten Hornstoff auflöst und den Schleim auf diese Weise erzeugt. Die unversehrten oder zerstörten Kerngebilde, die wir in dem fertigen Schleime und in den Endköpfchen der Schleimdrüsen finden, wären nur die Ueberreste, die sich erst allmählig lösten oder überhaupt nicht bewältigt wurden.

1481 Es ist denkbar, daß der Einfluß der Luft den Vorgang begünstigt. Die meisten Schleimhäute stehen mit Gasen der inneren Körperhöhlen in Verbindung. Die Gallen- und die Harnblase deuten jedoch darauf hin, daß dieses Nebenverhältniß nicht ausschließlich gefodert wird.

---

[1]) F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. S. 303.

Da der Schleim fremde Körper seiner Zähigkeit wegen hartnäckig zurückhält, so finden sich oft in ihm krankhafte Absätze, die mit freiem Auge oder nur unter dem Mikroskope erkannt werden können.

1) Enthält die Luft feine mechanische Gemengtheile, wie Staub, kleine Theilchen von Kohle und ähnliche Massen, so bleiben sie leicht in dem Nasenschleim haften und können selbst in dem Lungenauswurfe wiederkehren. Der Schleim der Mundhöhle und des Nahrungscanales vermag auf die gleiche Weise kleinere oder größere Bruchstücke von Speisen zu führen.

2) Tritt Blut in nicht allzugroßer Menge aus, so vertheilt es sich im Schleime streifen- oder inselartig. Es bilden sich nicht selten rothe Striemen oder Flecke, die schon das freie Auge bemerkt. Die Blutkörperchen lassen sich meist leicht unter dem Mikroskope erkennen. Hat dagegen schon der Schleim störend eingewirkt, sind die Blutkörperchen durch Salze desselben verändert oder aufgelöst worden, so treten eher Schwierigkeiten in den Weg. Das Blutroth kann sich auch an einzelnen Stellen streifenartig vertheilen, ohne daß man in ihm besondere Blutkörperchen wahrnimmt.

3) Die beiden eigenthümlichen Arten von Gebilden, die in Folge der Entzündung auftreten, die Exsudat- und die Eiterkörperchen vermischen sich häufig mit dem Schleime. Sie rühren entweder von der Schleimhaut selbst oder von krankhaften Nachbartheilen her. Größere Mengen von Eiter machen den Schleim gelblich. Die einzelnen Eitermassen treten dann oft streifen- oder inselartig auf. Das freie Auge und vorzüglich das Mikroskop können hier ziemlich sicher, wenn die Fremdgebilde in beträchtlicher Menge vorhanden sind, leiten. Sind sie dagegen nur spurweise beigemischt, so stellen sich die größten Schwierigkeiten in den Weg. Da aber gerade diese Fälle eine sichere Entscheidung am wünschenswerthesten machen, so hat man sich von je her bemüht, bestimmte Merkmahle für solche Eiterspuren aufzufinden.

Keine der sogenannten chemischen Eiterproben [1]) erfüllt ihren Zweck. Manche versagen selbst noch, wenn das Mikroskop sicherer zur Erkenntniß führt; andere können höchstens die Ergebnisse, welche die Vergrößerungsgläser liefern, bekräftigen. Lassen uns aber diese in Zweifel, weil die vorhandenen Körperchen eben so gut Schleim- als Eiterkörperchen sein können, so muß jeder sichere Entscheid dahingestellt bleiben.

4) Etwas Aehnliches gilt von den Bestandtheilen der Tuberkeln [2]), die sich häufig mit dem Lungenauswurfe vermischen.

5) Pigmentkörperchen treten nicht selten auf, wenn melanotische Ablagerungen in den Lungen oder in anderen Theilen auf dem Wege der Eiterung angegriffen werden.

6) Die gleichen Verhältnisse können Krebszellen, Bestandtheile von Markschwämmen und einzelne Bruchstücke regelrechter Gewebe, wie Fett, verrottetes Zellgewebe, elastische oder Muskelfasern, Knorpelstückchen, Knochentheile dem eiterigen Schleime zuführen.

7) Die schleimigte Masse der Mundflüssigkeiten enthält bisweilen nach Bühlmann [3]) Bruchstücke von Weinstein und eigene fadenartige Gebilde, die an der Oberfläche der Zähne entstehen.

8) Viele Krankheiten der Schleimhäute stören die regelrechte Entwickelung der Epithelien, die sonst an ihren freien Oberflächen vorkommen. Man findet deshalb schon häufig in dem katarrhalischen Auswurfe Körperchen, von denen es zweifelhaft bleibt, ob sie vollständigen oder zerstörten Kernen der Epithelialzellen oder Eitergebilden angehören. Die Flimmerzellen der Nasenschleimhaut erleiden zu manchen Zeiten des Schnupfens eigen-

---

[1]) J. Vogel, Ueber Eiter und Eiterung. Erlangen, 1838. 8. S. 68. und dessen pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Erste Abtheilung. Leipzig, 1845. 8. Seite 122.

[2]) H. Lebert, in Müller's Archiv. 1844. S. 190 — 296 und besonders S. 288. Dessen Physiologie pathologique Tome I. Paris, 1845. 8. p. 351 — 504. und besonders pag. 527. F. Günsburg, die pathologische Gewebelehre. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 100 — 152.

[3]) F. Bühlmann, Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte durch das Mikroskop. Bern. 1843. 8. S. 66. Eine ausführliche, auf eigenen Untersuchungen fußende Erläuterung aller hier in Betracht kommenden Verhältnisse findet sich Ebendaselbst, S. 19 — 67.

thümliche Formveränderungen[1]), auf die wir in der Lehre von der Flimmerbewegung zurückkommen werden.

9) Schimmelbildungen, die in der Nähe von Schleimhäuten wuchern, andere Schmarotzerpflanzen und mikroskopische Thiere können sich mit dem Schleime der Mundhöhle, der erbrochenen Magenmasse[2]), dem Lungenauswurfe, der Absonderung der Scheide (§. 388.) u. dergl. vermischen.

10) Vertrocknet die Mischung von Schleim und anderen Absonderungen, so schlagen sich nicht selten Krystalle und Körnchen der verschiedensten Art nieder.

1482 Einzelne Schleimarten. — Der Nasenschleim schützt die Oberfläche der Nasenhöhle vor den reizenden Einwirkungen der Luft, die bei dem Einathmen durchgezogen wird. Seine Menge wechselt in hohem Grade. Das Bedürfniß seiner Entleerung meldet sich in Einzelnen nach kurzen Zwischenräumen, in Anderen dagegen kaum ein Mal in mehreren Tagen. Behält er seine regelrechte Dichtigkeit und wird er nicht in zu großer Menge bereitet, so muß er auf künstlichem Wege, vorzüglich durch das Schnäuzen (§. 1272.), entleert werden. Wäßrigere Mischungen dagegen laufen von selbst ab.

1483 Streicht die Luft bei dem Einathmen durch die Nase, so erwärmt sie sich hier schon durch die Berührung mit den thierischen Gebilden, an denen sie vorübergeht. Sie sucht zugleich so viel Wasser als möglich aufzunehmen. Der Nasenschleim erhärtet hierdurch nicht selten. Es erzeugen sich auf diesem Wege Krusten, die durch Schnäuzen oder auf andere Weise entfernt werden.

Die Beziehung des Nasenschleimes zu den Geruchswerkzeugen wird uns in der Lehre vom Riechen beschäftigen.

1484 Der gewöhnliche Nasenschleim führt 88 bis 94% Wasser. Schleimstoff, Eiweiß, geringe Mengen von Fett, Kochsalz und andere Alkalisalze lassen sich in ihm vorzugsweise nachweisen.

1485 Die Lippen-[3]), Wangen-, Backzahn-, Zungen- und Gaumendrüsen bilden wahrscheinlich die Werkzeuge, aus denen die Grundmasse des Mund- und Gaumenschleimes hervorgeht. Der Speichel macht hier das Ganze flüssiger. Streicht aber ein anhaltender Luftstrom bei dem Einathmen mit offenem Munde längs der Oberfläche der Mundhöhle und des weichen Gaumens dahin, so macht die Verdunstung die Schleimmasse zäher. Katarrhalische Reizungen der einzelnen Drüsen, vorzugsweise der des weichen Gaumens, können die gleiche Veränderung bedingen.

1486 Die verdünnende Wirkung des Speichels beschränkt sich vorzugsweise auf den Schleim der Mundhöhle. Der des weichen Gaumens, der Mandeln, der Eustachischen Trompete und des Rachens behält leichter seine ursprüngliche Zähigkeit. Der Nutzen dieser Schleimarten ist schon in der Verdauungslehre entwickelt worden.

1487 Der Magenschleim oder der Magensaft stammt von den Drüschen,

---

[1]) Bühlmann, a. a. O. S. 41. 42.
[2]) Schlossberger, Goodsir und Wilson, in Heller's Archiv. 1845. 8. Seite 239.
[3]) A. A. Sebastian. Recherches anatomiques, physiologiques, pathologiques et séméiologiques sur les glandes labiales. Groningue, 1842. 4. p. 5 — 10

die in der Magenschleimhaut eingebettet sind (§. 606). Die Hauptmasse des schleimigten Ueberzuges der dünnen Gedärme geht wahrscheinlich von den Lieberkühnschen Drüsen und vielleicht von der Oberfläche der Schleimhaut selbst aus. Die verschiedenen eigenthümlichen Drüsen des Magens, die Brunnerschen, die vereinzelten, die zusammengesetzten und die Peyerschen Drüsen des Dünndarms liefern wahrscheinlich eigene Flüssigkeiten, die sich mit dem ursprünglichen Schleime vermengen. Das Mikroskop und die Chemie sind jedoch nicht im Stande, die näheren Verhältnisse mit Genauigkeit anzugeben.

Die Absonderung des Blinddarmes und des Grimmdarmes hängt von den zahlreichen Drüsen, die in der Schleimhaut eingebettet sind und in vieler Hinsicht an die Magendrüsen erinnern, ab. Der Mastdarm scheint wie die Speiseröhre einen Theil des Schleimes von besonderen, tiefer eindringenden Drüsen zu erhalten.

1488 Der Schleim der Athmungswerkzeuge erinnert in mancher Rücksicht an den der Nase. Er wird wahrscheinlich von der Schleimhaut selbst in den feineren Luftröhrenverzweigungen geliefert. Die Innenhaut der Luftröhre trägt eigene Drüsen, deren Ausführungsgang nicht selten gekrümmt oder gewunden verläuft. Man weiß aber noch nicht, ob diese Gebilde Schleim bereiten oder eine andere Nebenabsonderung liefern.

Der Lungenschleim erzeugt sich in gesunden Menschen in so geringer Menge, daß fast nie der Ueberschuß durch Husten (§. 1275.) entfernt zu werden braucht. Die Flimmerbewegung führt wahrscheinlich nicht selten in vielen Menschen eine nicht bedeutende Menge Schleims des Nachts nach dem Kehlkopfe. Ein einfaches Räuspern (§. 1272.) reicht dann hin, sie auszustoßen.

Der gesunde Lungenschleim, der des Morgens entleert wurde, enthielt nach H. Nasse [1]) 95,55% Wasser. Schleim, Eiweiß, Fett, Kochsalz, andere Kali- und Natronsalze und Kieselsäure bildeten die vorzüglichsten Bestandtheile dieser Mischung.

1489 Der Gallenblasenschleim schützt nicht bloß die Innenfläche des Gallenbehälters, sondern macht auch die Galle selbst dichter und zäher. Wir werden bei der Gallenabsonderung sehen, daß vielleicht schon die Gallengänge Nebenwerkzeuge, die Schleimmassen mit der Galle vermischen, enthalten.

1490 Kratzt man die schleimigte Masse der Innenfläche der Gallenblase los, so enthält sie immer zahlreiche Epithelialcylinder der Innenhaut der Gallenblase. Die Elementaranalyse einer solchen von dem Ochsen herrührenden Mischung ergab im Durchschnit nach Kemp [2]) 52,45% Kohlenstoff, 7,81% Wasserstoff, 14,54% Stickstoff und 25,18% Sauerstoff.

1491 Der Schleim der Harnblase überzieht deren Innenhaut, um sie vor den nachtheiligen Wirkungen des Aufenthaltes des Harnes zu schützen.

---

[1]) H. Nasse, in F. Simon's Beiträgen zur physiologischen und pathologischen Chemie und Mikroskopie. Bd. I. Berlin. 1843. 8. S. 337

[2]) Kemp, in den Annalen der Pharmacie. Bd XLIII. 1842. 8. S. 115 119.

Es wäre auch möglich, daß er zu gleicher Zeit den Rücktritt des wäßrigen Urins in das Blut verzögerte. Die Innenhäute der Nierenkelche, des Nierenbeckens und des Harnleiters besitzen keine so reichliche Schleimüberzüge. Ihr Epithelium muß sie daher vor den Aetzkräften des Harnes bewahren.

Die näheren Verhältnisse der Schleimabsonderung der Bindehaut werden uns bei den Thränen, die der Eustachischen Trompete bei dem Hören und die der Geschlechtswerkzeuge in der Zeugungslehre beschäftigen.

4. Thränen und Absonderung der Meibomischen Drüsen und der Thränencarunkel.

1492 Die obere und die untere Thränendrüse eines jeden Auges bilden das vorzüglichste Absonderungswerkzeug der Thränen. Ihre Ausführungsgänge öffnen sich mit 6 bis 7 oder einer noch größeren Zahl feiner, auch bei dem Menschen [1]) vorhandener Mündungen an der hinteren Seite des oberen Augenlides in der Nähe des äußeren Augenwinkels. Die Flüssigkeit, die auf solche Art in den Bindehautsack gelangt, vermischt sich mit der Feuchtigkeit, welche die Blutgefäße der Bindehaut selbst absetzen, und nicht selten auch mit dem bald zu betrachtenden Secrete der Meibomischen Drüsen und anderer in der Nähe gelegener Absonderungswerkzeuge. Die Thränenmasse, die hin und wieder zur Augenlidspalte vordringt, bildet deshalb ein Gemenge verschiedenartigen Ursprungs. Sie enthält überdieß bisweilen Epithelialblättchen, die sich von der Oberhaut der Augenlider oder der Bindehaut losstoßen.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die Thränendrüse eine Hauptrolle bei der Bereitung der Thränen spielt. Lassen sich auch die Oeffnungen ihrer Ausführungsgänge in dem Menschen schwerer als in den Säugethieren nachweisen, so sind sie doch auch bei jenem von manchen Forschern gesehen worden. Es liegt daher kein Grund vor, die Thätigkeit dieser Gebilde zu bezweifeln.

Martini [2]) glaubte die eben erwähnte Bestimmung der Thränendrüse seinen Versuchen gemäß in Abrede stellen und die Hauptwirkung der Bindehaut zuschreiben zu müssen. Hatte er die Thränendrüse, die Harder'sche Drüse und diejenigen Theile der Augendeckel, welche die Meibomischen Drüsen enthalten, in Kaninchen und Schaafen entfernt, so bedeckte sich immer noch die Oberfläche der Bindehaut mit einer kochsalzhaltigen Flüssigkeit. Rottete man dagegen die Bindehaut der Augenlider und der harten Haut nebst den Meibomischen Drüsen von Kaninchen aus, ließ aber die Thränendrüse unversehrt, so fehlte jene regelrechte Befeuchtung. Die Ueberreste der Augendeckel heilten mit dem Augapfel zusammen und der freie Theil der Hornhaut trübte sich.

Dieser letztere Versuch kann aber nicht gegen die Thätigkeit der Thränendrüse zeugen. Die heftige Verletzung der Bindehaut muß auch die Thränengänge in Unordnung bringen. Sie entzündeten sich wahrscheinlich, verstopften sich mit Ausschwitzungen und wurden auf diese Weise unwegsam.

---

[1]) E. Huschke, in S. Th. Sömmerrings Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Leipzig, 1844. 8. S. 643.

[2]) F. Martini, Von dem Einflusse der Secretionsflüssigkeiten auf den menschlichen Körper und insbesondere von dem Einflusse der Thränen auf das menschliche Auge. Ein Beitrag zur Kenntniss der animalen Gifte. Thl. II. Constanz, 1843 8. S. 26.

Die salzigen Thränen können wahrscheinlich Hornstoffe auflösen und hierdurch schleimig werden. Ist ein Auge durch Augenentzündung der Neugeborenen zerstört, sind die Abzugscanäle der Thränen verwachsen, so ereignet es sich nicht selten, daß fortwährend Thränentropfen zum inneren Augenwinkel herausfließen. Sammelt man sie in einem Fläschchen, so bilden sie eine trübe schleimigte Mischung. Der weißgraue Bodensatz besteht größtentheils aus Epithelialblättchen. Die schleimigte Masse enthält erweichte und zerstörte Ueberreste dieser Horngebilde. 1493

Vertrocknet die Bindehaut, weil sie nicht mehr durch Thränen feucht gehalten wird, so bedeckt sie sich häufig mit üppigen Epithelialwucherungen. Sie trüben die Hornhaut und stören das deutliche Sehen.

Die Thränen haben die Bestimmung, die Oberfläche des Auges feucht zu erhalten. Mehrere Nebenverhältnisse vereinigen sich zur Erreichung dieses Zweckes. 1494

Nur ein schmaler Zwischenraum bleibt zwischen den Augenlidern und dem Augapfel übrig. Die von den Ausführungsgängen der Thränendrüse gelieferte Flüssigkeit muß sich daher in diesem engen Raume wie Wasser, das zwischen zwei Glasplatten eindringt (§. 98.), verbreiten.

Wir ziehen überdieß den Kreismuskel des Auges (Orbicularis palpebrarum) von Zeit zu Zeit zusammen und blinzeln auf diese Weise. Die Mischung vertheilt sich daher gleichförmiger zwischen den Augendeckeln und dem Augapfel und vermischt sich zugleich inniger mit den übrigen Absonderungen, die hier zu Gebote stehen.

Ist ein fremder Körper in den Bindehautsack gelangt, so daß sein Reiz den Thränenfluß vergrößert, so brauchen wir nur eine Zeit lang kraftvoll zu blinzeln, damit er von selbst zum inneren Augenwinkel hervortrete. Diese Erscheinung lehrt deutlich, daß die Zusammenziehung des Kreismuskels der Augenlider die ihr unterworfenen Mischungen vor Allem in der Richtung von dem äußeren nach dem inneren Augenwinkel weiter befördert. 1495

Die Thränen und die übrigen hier in Betracht kommenden Absonderungen bleiben unter regelrechten Verhältnissen innerhalb des Bindehautsackes. Die Natur hat zu diesem Zwecke eine eigene Durchzugsvorrichtung, die jeden Ueberfluß verhütet und nichts desto weniger eine fortwährende Erneuerung der Befeuchtung möglich macht, hergestellt. 1496

Die Thränen kommen an dem äußeren Augenwinkel an, vermischen sich hier mit der Absonderung der Bindehaut und verbreiten sich möglichst gleichförmig in dem Bindehautsacke. Eine geringe Menge von ihnen verdunstet an der Oberfläche des Auges. Das Uebrige geht auf Abzugswegen nach der Nasenhöhle fort. 1497

Jedes Augenlid hat nach innen zu einen Thränenpunkt oder eine Eingangsmündung, die in das Thränenröhrchen und den Thränensack überführt. Dieser steht durch den Thränengang mit der Nase in Verbindung. Der letztere Canal mündet in der Schleimhaut, die unter dem vorderen Theile der unteren Nasenmuschel ausgebreitet ist. 1498

Mehrere Nebenverhältnisse begünstigen den Uebergang der Flüssigkeit.

Jede Einathmung, die mittelst der Nase zu Stande kommt, zieht einen Theil der Mischung an [1]. Die Oberflächen des Thränensackes und des Thränencanales besitzen ein Flimmerepithelium, das vielleicht noch von der gleichen Epithelialbildung des inneren Winkelstückes der Bindehaut, nach Henle [2], unterstützt wird. Wirken endlich noch der Kreismuskel des Auges und der Thränensackmuskel, so sperren sie den Rückweg nach dem Bindehautsacke ab und drängen den Inhalt des Thränensackes nach der Nasenhöhle. Die durch die Verdunstung verdichteten Thränen vermischen sich so mit dem Nasenschleime.

Sind die Thränenpunkte verschlossen, so daß der Abzug nach der Nasenhöhle unmöglich wird, so quellen die Thränen zur Augenlidspalte hervor. Ist der Thränengang verstopft, so sammelt sich eine übermäßige Menge von Flüssigkeit in dem Thränensacke und dehnt ihn aus. Bricht er endlich nach außen auf, so erzeugt sich eine Thränenfistel. Die scharfen salzigen Thränen ätzen die Nachbartheile, die sich häufig röthen und mit Borken bedecken, an und hindern die Heilung der künstlichen Oeffnung.

1499 Oertliche Reize der Bindehaut und des Auges, die Ausdünstung scharfer Stoffe, katarrhalische Eingriffe und ähnliche Ursachen vermehren die Thränenabsonderung in hohem Grade. Gemüthseindrücke, plötzliche Freude und vorzüglich Trauer und Kummer wirken noch sichtlicher auf die Thränenwerkzeuge. Hält sich die Vermehrung der Flüssigkeit in engeren Schranken, so häuft sich nur zu viel von ihr in dem Bindehautsacke an. Das Auge wird daher feucht. Geht aber die Erhöhung der Absonderung weiter fort, so rinnen Thränenbäche zur Augenlidspalte hervor. Die Nasenhöhle empfängt gleichzeitig mehr Flüssigkeit. Diese tritt von selbst zu den Nasenlöchern aus oder muß bald durch das Schnäuzen entfernt werden. Da sich dabei in der Regel die Athembewegungen verstärken, so vergrößert sich hierdurch der Uebergang in die Nasenhöhle.

Die Eigenthümlichkeiten, welche die Athembewegungen bei dem Weinen darbieten, sind schon §. 1270. angegeben worden.

1500 Da die Absonderungen, wenn sie in größerer Menge zum Vorschein kommen, wäßriger werden, so läßt sich mit Recht vermuthen, daß die Thränen, die bei dem Weinen austreten, dünnflüssiger, als sonst sein werden. Ein bestimmter Vergleich ist hier unmöglich, weil man nicht die Flüssigkeit unter regelrechten Verhältnissen in einer zur Untersuchung hinreichenden Menge sammeln kann. Fourcroy und Vauquelin fanden 99% Wasser in der in etwas reichlicher Masse erhaltenen Mischung. Der feste Rückstand enthielt Schleim, andere organische Stoffe und vorzugsweise Kochsalz.

1501 Die fettige Absonderung der Meibomischen Drüsen und das Erzeugniß der Thränencarunkel sind bis jetzt noch nicht genauer chemisch untersucht worden. Diese Secrete vermischen sich mit Epithelialbruchstücken und

---

[1] J. C. Rosenmüller, Handbuch der Anatomie des menschlichen Körpers. Herausgegeben von E. H. Weber. Leipzig, 1840. 8. S 548.

[2] J. Henle, Allgemeine Anatomie Leipzig, 1841. S. 246. S. Pappenheim, Die specielle Gewebslehre der Augen mit Rücksicht auf Entwickelungsgeschichte und Augenpraxis Breslau, 1842. 8. S. 42.

vertrockenen dann leicht zu Borken, die sich ohne Weiteres oder nach der Anwendung von Wasser entfernen lassen.

Die optischen Bestimmungen der Thränen werden uns in der Lehre von dem Sehen und manche krankhafte Veränderung der Bindehautflüssigkeit bei den Erscheinungen der Ernährung und des Nervenlebens beschäftigen.

5. Speichel.

1502 Mundspeichel. — Die Ohrspeichel-, die Unterkiefer- und die Unterzungendrüsen bereiten den Speichel und entleeren ihn in die Mundhöhle auf den §. 579. angegebenen Wegen. Er vermischt sich hier mit dem Mundschleim und wird so verschluckt oder ausgespieen.

1503 Sammeln wir die Mundflüssigkeiten eines Menschen, so haben wir keinen reinen Speichel. Man kann ihn nur erhalten, wenn man ihn, ehe er zu dem Mundschleime gelangt, auffängt. Fisteln des Stenonschen Ganges der Ohrspeicheldrüse, die hin und wieder bei dem Menschen vorkommen und künstlich in Säugethieren angelegt werden können, geben hierzu die beste Gelegenheit. Vermehrt sich die Absonderung des Speichels, so läuft er von selbst durch die ungewöhnliche Oeffnung aus.

1504 C. G. Mitscherlich sammelte auf diese Weise bei einem Manne (§. 581.) 65 bis 95 Grm., also im Mittel 80 Grm. Speichel in 24 Stunden. Nun verhielt sich die Absonderungsfläche einer Ohrspeicheldrüse zu der aller Mundspeicheldrüsen = 0,905 : 3,016 = 1 : 3,33 (§. 1425.). Nehmen wir an, daß diese Gebilde gleichförmig thätig sind, so würden sie 216,45 bis 316,35 Grm. und im Durchschnitt 266,4 Grm. reinen Speichels in 24 Stunden bereiten.

1505 Die Menge der Mundflüssigkeiten müßte natürlicher Weise diesen Werth überschreiten. Nuck und Wright schätzten sie im Allgemeinen auf 298 bis 358 Grm. Donné[1]) nimmt 390 Grm. an. Erhöht sich der Ausfluß auf natürlichem oder künstlichem Wege, so kann er bis 500 Grm. steigen, ohne daß er schon in wahren Speichelfluß übergeht.

1506 Der reine aus einer Fistel des Stenonschen Ganges erhaltene Speichel wechselt seiner Beschaffenheit nach. C. G. Mitscherlich bestimmte seine Eigenschwere zu 1,0061 bis 1,0088. Van Setten dagegen giebt 1,021 an. Die Flüssigkeit zeigte hier eine wolkige Trübung. Mitscherlich fand sie während der Ruhezeit sauer und bei dem Essen alkalisch, dieser dagegen überhaupt alkalisch. Der erstere Fall ergab 98,37 bis 98,53 % und der letztere 98,38% Wasser.

100 Theile Speichels führten nach Mitscherlich 0,180 Chlorcalcium, 0,095 milchsaueres Kali, 0,024 milchsaueres Natron, 0,164 wahrscheinlich mit Schleim verbundenes Natron, 0,017 phosphorsauere Kalkerde und 0,015 Kieselsäure. Die Aschenbestandtheile betrugen hiernach im Ganzen 0,495%. Da aber die organischen Verbindungen 1,47 bis 1,63 % und

[1]) Donné, in L'Institut. Nro. 158. p. 59.

daher im Mittel 1,55% ausmachten, so kommen 1,055% auf die organischen Stoffe. Diese verhielten sich daher zu den unorganischen = 1,055 : 0,495 = 1 : 0,469, d. h. sie betrugen mehr, als das Doppelte der Asche.

Der Speichel des Pferdes scheint sich seiner Beschaffenheit nach den einfachen, proteinarmen Ausschwitzungen zu nähern (§. 1473). Legten hier Magendie, Rayer und Payen[1]) eine Fistel des Stenon'schen Ganges an, so erhielten sie eine durchsichtige, sehr alkalische Flüssigkeit, die 98,9 bis 99% festen Rückstandes gab. Dieser führte 33 bis 53% Asche. Die Mundflüssigkeiten dagegen lieferten 99% Wasser und 0,45% der festen Stoffe an Salzen. Der reine Speichel hatte keine Wirkung auf Stärke bei 40° C. Sie gab sich dagegen in dem mit dem Mundschleime gemischten deutlich zu erkennen.

1507 Da wir schon in der Verdauungslehre (§. 579—602.) die wesentlichen Eigenschaften des mit Mundschleim gemengten Speichels kennen gelernt haben, so bleibt uns hier nur übrig, einige Verhältnisse desselben, die sich auf seine Absonderungserscheinungen beziehen, darzustellen.

Nerveneinflüsse wirken auch hier in wesentlicher Weise ein. Die Erinnerung an angenehme Speisen, der Geruch derselben, anhaltendes Kauen, das Essen, der Einfluß scharfer Stoffe, Kitzeln des weichen Gaumens und ähnliche Verhältnisse sind im Stande, die Speichelmenge in auffallendem Grade zu vermehren. Gemüthseindrücke, wie Furcht, Schreck, Kummer, sollen sie nach den Angaben einzelner Schriftsteller[2]) vermindern.

1508 Wir haben schon früher (§. 643.) gesehen, daß der sogenannte Speichelstoff oder das Ptyalin noch nicht mit solcher Schärfe untersucht worden ist, daß sich seine Eigenschaften und Wirkungen mit Sicherheit angeben ließen. Dasselbe gilt von den übrigen organischen Bestandtheilen dieser Absonderung, die Speicheldiastase (§. 600.) nicht ausgenommen. Man kann daher nur die Analysen, die bis jetzt vorliegen, als ungefähre Bestimmungen ansehen.

1509 Wright[3]) fand z. B. in ihm 98,81% Wasser, 0,18 Speichelstoff, 0,05% Fettsäure, 0,14% Kalium- und Natriumchlorid, 0,09 Eiweiß mit Natron, 0,06% phosphorsauere Kalkerde, 0,08% Natronalbuminat, 0,07% milchsaueres Kali und Natron, 0,09% Schwefelcyankalium, 0,05% Natron und 0,26 Schleim mit Ptyalin. Der Verlust betrug mithin 0,12%. Die Mengen des Speichelstoffes, des Schleimes, des Natron, der Chlor- und der Schwefelverbindungen wechselten übrigens nach ihm in den verschiedenen geprüften Speichelmassen. Einige nehmen an, daß Schwefelcyanverbindungen hier vorkommen, andere dagegen nicht.

Die Speicheldiastase beträgt 0,2 bis 0,3% der filtrirten Flüssigkeit (§. 600.).

1510 Man weiß mit Bestimmtheit, daß der Speichel dem Kauen von wesentlichem Nutzen ist. Der Umsatz, den er in den Kohlenhydraten einleitet, kann möglicher Weise der Verdauung zu Statten kommen. Es läßt

---

[1]) Heller's Archiv. 18 6. S. 94. 95

[2]) S. Wright, Der Speichel in physiologischer, diagnostischer und therapeutischer Beziehung in S. Eckstein's Handbibliothek des Auslandes für die organisch-chemische Richtung der Heilkunde. II. Wien, 1844. 8. S. 10.

[3]) Wright, Ebendaselbst S. 28.

sich jedoch mit Recht annehmen, daß er noch in dieser Hinsicht andere Vortheile, die uns aber bis jetzt unbekannt sind, darbietet. Er ist außerdem im Stande, den Durst zu vermindern, die Geschmacksempfindung zu erleichtern, die Absätze der Mundschleimhaut fortzuführen oder aufzulösen und das Sprechen und Singen zu begünstigen.

Der Speichelfluß entsteht durch eine übermäßige Absonderung des Speichels und des Mundschleimes. Die Menge der Flüssigkeiten kann hier so zunehmen, daß bedeutend mehr als 1 Kilogramm täglich entleert wird. Die ausgeschiedene Masse hat häufig eine schleimigte Beschaffenheit oder enthält reichlichere Schleimverbindungen, die in der ursprünglichen Speichelflüssigkeit vertheilt sind. Nicht bloß die Speicheldrüsen und die Schleimhautdrüsen der Mundhöhle, sondern auch das Zahnfleisch leiden in solchen Fällen. Das Letztere lockert sich leicht auf, blutet hin und wieder und gewährt nicht mehr den Zähnen den nöthigen Halt. Einzelne von diesen fallen daher häufig aus. Die Absonderung selbst kann sie überdieß angreifen und hohl oder misfarbig machen.

Wir haben schon früher (§. 581.) gesehen, daß nicht immer die Masse, die bei dem Speichelflusse entleert wird, mehr Wasser, als die gewöhnliche künstlich entlockte Mundflüssigkeit enthält. Dieses scheint damit zusammenzuhängen, daß sich bisweilen die organischen Verbindungen unverhältnißmäßig vergrößern. Der Speichelfluß, den der Quecksilbergebrauch mit sich führt, ist hierzu vorzüglich geneigt. Wright [1]) fand z. B. 0,38% Schleim in einem Falle und 0,27% Speichelstoff in einem zweiten [2]). Der üble Geruch, den die Aussonderung verbreitet, scheint hiermit zusammenzuhängen.

Der Speichelfluß erzeugt sich oft von selbst. Er bildet aber noch häufiger die Folge von Metallvergiftungen. Jod, Kupfer und vor Allem das Quecksilber erzeugen ihn dann. Der innere oder äußere Gebrauch des Quecksilbers wird nicht selten von dem Arzte benutzt, um auf diese Weise eine Menge von Stoffen aus dem Körper abzuführen, und eine andere Richtung ihrer Thätigkeit den gesammten Ernährungserscheinungen zu verleihen. Quecksilber läßt sich dann bisweilen in den ausgeschiedenen Mundflüssigkeiten nachweisen.[3]) Der von selbst entstehende Speichelfluß ist hin und wieder mit einer bedeutenden Vermehrung der Salze verbunden.

Der Speichel kann auch übermäßig alkalisch oder regelwidrig sauer werden, einen auffallend süßen Geschmack annehmen und mancherlei fremdartige mechanische oder chemische Gemengtheile erhalten. Blut, Gallenstoffe, Fett und andere ungewöhnliche Verbindungen kommen in ihm nicht selten vor. Er enthielt bisweilen Harnstoff [4]) in Wassersüchtigen und übermäßige Eiweißmengen. Die näheren Verhältnisse dieser Erscheinungen sind in S. Wright a. a. O. S. 117—211 erläutert.

Die Speichelsteine bestehen aus den gewöhnlichen alkalischen und erdigen Verbindungen, die auch in anderen Absätzen der Art vorzukommen pflegen. Stammten sie von dem Menschen, so enthielten sie nach Lecanu und Wurzer [5]) 73 bis 95% Kalksalze und 27 bis 5% organischer Stoffe. Wright [6]) fand in drei Gebilden der Art 79,4 bis 81,3% kohlensauerer, 4,1 bis 5% phosphorsauerer Kalkerde, 4,8 bis 6,2 Alkalisalze und 7,1 bis 8,5% thierischer Stoffe. Die Speichelsteine sollen in Männern häufiger als in Frauen und in mittleren Jahren am öftersten vorkommen.

1511 Hört die Speichelbildung größtentheils auf, so erhalten sich dessenungeachtet die übrigen Ernährungserscheinungen. Budge [7]) entfernte alle zugänglichen Speicheldrüsen von Hunden und Kaninchen. Die Thiere

---

[1]) Wright, a. a. O. S. 107.
[2]) Wright, a. a. O. S. 108.
[3]) L. Gmelin, in Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. XLI. S. 438.
[4]) Wright, in Hufeland's Journal der praktischen Heilkunde. Fortgesetzt von Busse. Berlin, 1842. 8. Mai. S. 87.
[5]) J. Liebig, J. Poggendorff und F. Wöhler, Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. Bd. II. Braunschweig, 1843. 8. S. 344.
[6]) Wright, a. a. O. S. 57.
[7]) Budge, in der Berliner medicinischen Zeitung. 1842. 4. S. 82.

verriethen kein Krankheitszeichen irgend einer Art. Die Mundflüssigkeiten blieben alkalisch, wie früher. Diese ihre Eigenschaft schien sich höchstens ihrer Stärke nach zu vermindern.

1512 Bauchspeichel. — Man kennt bis jetzt die Absonderung der Bauchspeicheldrüse in unvollkommener Weise. Der Hauptgrund dieses Uebelstandes liegt darin, daß man nicht im Stande ist, sie ohne bedeutende Nebenverletzungen des Thieres zu sammeln. Oeffnet man dagegen die Bauchhöhle und führt eine Röhre in den Wirsung'schen Gang ein, so ändern sich die Verhältnisse in solchem Grade, daß die Absonderung weder in den gewöhnlichen Mengen austritt, noch immer ihre regelrechte Beschaffenheit darbietet. Der Wasserauszug der Bauchspeicheldrüse selbst enthält noch fremde Bestandtheile neben dem Bauchspeichel.

1513 Wir haben früher (§. 1504.) gesehen, daß im Durchschnitt eine Ohrspeicheldrüse des Menschen 80 Grm. Flüssigkeit für 0,905 Quadratmeter Absonderungsfläche in 24 Stunden lieferte. Die thätige Fläche der Bauchspeicheldrüse betrug aber 4,206 Quadratmeter. Steigerte sich ihre Absonderung in dem gleichen Verhältnisse, so müßte sie täglich 371,8 Grm. gleichen. Sie sonderte hiernach ⅓ bis ½ Mal so viel, als die gesammten Mundspeicheldrüsen (§. 1504.) aus.

Es läßt sich natürlich nicht entscheiden, inwiefern sich diese Rechnung der Wahrheit nähert oder nicht. Die ähnlichen Verhältnisse der Mundflüssigkeiten führen zu der Vermuthung, daß auch der Pankreassaft zur Zeit der Dünndarmverdauung in reichlicherem Maaße, als sonst austreten werde.

1514 Der reine Bauchspeichel eines Ertrunkenen, der vorher Kaffe mit Milch und Butterbrod genossen hatte, verhielt sich nach Krause [1]) neutral, war wasserhell und klar, wie eine Eiweißlösung und gab mit Essigsäure einen Niederschlag, der vorzüglich bei dem Erwärmen hervortrat.

1515 Wir haben schon in der Verdauungslehre (§. 699.) gesehen, wie die Reactionen des Bauchspeichels schwanken. Es wurde auch schon dort erläutert, daß sich diese Absonderung durch ihren etwas geringeren Wassergehalt und vorzüglich durch ihren Eiweißreichthum auszeichnet und daß sie sich durch Chlor röthet und wahrscheinlich auf diese Art längs des Dünndarmes bis in die dicken Gedärme hinein verfolgen läßt. Der kräftige Umsatz, den sie in Kohlenhydraten einleitet, ist schon §. 716. angegeben worden. Man weiß noch nicht, ob der Bauchspeichel noch anderen, als den eben erwähnten Zwecken dient oder nicht.

1516 Die lebhafte wurmförmige Bewegung des Wirsung'schen Ganges läßt sich bei Säugethieren in glücklichen Versuchen unmittelbar beobachten. Die Art, wie der Bauchspeichel in den Zwölffingerdarm gelangt, ist §. 541. beschrieben.

Das Dunkel, das die regelrechten Verhältnisse der Bauchspeicheldrüse umgiebt, kehrt auch in den Krankheitserscheinungen dieses Theiles wieder. Fast kein Zeichen, das als ein Merkmahl von Pankreasleiden angegeben worden ist, läßt sich in allen Fällen beob-

---

[1]) Krause, in Müller's Archiv. 1837. S. 17. 18.

achten. Die Erscheinungen, die sich dann häufig kund geben, können auch meist nicht physiologisch erklärt werden. Ein sehr lästiges Brennen im Magen und die Aussonderung einer reichlichen Menge einer speichelähnlichen Flüssigkeit, die häufig durch Brechbewegungen heraufbefördert wird, begleiten bisweilen die Reizung oder die organische Entartung der Bauchspeicheldrüse. Eine ausführliche Zusammenstellung der Leiden dieses Organs giebt: H. Claessen, die Krankheiten der Bauchspeicheldrüse, nach der Erfahrung kritisch bearbeitet. Köln, 1842. 8.

1517 Aeltere Versuche von Brunner (§. 719.) lehren, daß Hunde die Ausrottung des größten Theiles der Bauchspeicheldrüse ohne Nachtheil vertragen. Manche Thiere leiden dann einige Zeit an Durchfall, andere dagegen nicht.

Unterbindet oder durchschneidet man den Wirsung'schen Gang, so stellt sich nicht selten der Abzugscanal von selbst wieder her. Diese Erscheinung ist auch häufig an dem Gallengange beobachtet worden.

6. Galle.

1518 Eigenthümlichkeiten der Leber. — Die Haargefäße der meisten Drüsen des menschlichen Körpers gehen aus Verzweigungen der Schlagadern hervor. Das hochrothe Blut, das die übrigen Theile ernährt, entläßt dann auch die Stoffe, die der Absonderung dienen. Die Leber, welche die Galle liefert, unterscheidet sich hiervon in wesentlicher Weise. Die Pfortader, die das Blut des Magens, des Darmes, der Bauchspeicheldrüse, der Milz und später selbst das der Gallenblase und der Gallengänge aufnimmt (§. 1130.), tritt in diese Drüse außer der Leberschlagader ein. Die feinsten Blutgefäßnetze, welche die Galle liefern, haben daher wenigstens einen gemischten, arteriellen und venösen Ursprung. Die Leberschlagader, deren dünnere Zweige in den Menschen korkzieherartig verlaufen, bildet sogar nach der Ansicht von Theile [1]) ein eigenes System von Haargefäßen, das vorzugsweise der Ernährung der Leber dient. Die Capillaren dagegen, welche die Galle liefern, führen nach ihm nur Pfortaderblut.

1519 Physiologische Versuche sind nicht im Stande, diesen Punkt mit Sicherheit zu entscheiden. Pflanzenfresser, wie Kaninchen, vertragen heftige Verletzungen der Unterleibshöhle weit weniger, als Fleischfresser, z. B. Hunde. Hat man die Gallenblase eines Kaninchens durch einen Einstich entleert, die Oeffnung zugebunden, die Pfortader mit einem Faden fest umschnürt und dieses Band unmittelbar darauf gelöst, so finden wir bisweilen die Gallenblase nach dem Tode des Thieres leer und die Leber, wie es scheint, heftig entzündet. Der Eingriff selbst erzeugt hier eine Gegenwirkung, die über die einfachen Foderungen des Versuchs hinausgeht.

1520 Die Beobachtungen, die man bis jetzt an Hunden angestellt hat,

---

[1]) Theile, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1845. 8. Seite 345. 346.

konnten ebenfalls nicht zum Ziele führen. Die Unterbindung der Leberschlagader hebt hier nicht die Gallenabsonderung auf; die der Pfortader dagegen vermindert sie nur nach Phillips. Da aber erst die Venen der Gallenblase und vorzüglich der Gallengänge in die Verzweigungen der Pfortader eintreten und sich überhaupt das absondernde Haargefäßnetz in dem Innern der Leber vollständig ausbildet, so gestattet auch dieses Ergebniß keine sichere Folgerung.

1521 Betrachten wir die Durchmesser der zuleitenden Blutgefäße, so gleicht nach Krause der der Leberarterie 5,6 und der der Pfortader 15,8 Millimeter. Die Querschnitte von beiden verhalten sich daher zu einander, wie 31,36 : 249,64 = 1 : 7,96. Bedenken wir, daß das Blut der Pfortader rascher, als das anderer Venenstämme fließt (§. 1136.) und daß wahrscheinlich die Widerstände, auf die es bis zu den Capillaren stößt, weniger, als 8 Mal so groß, wie die der Leberschlagader sind, so kann uns schon dieses einen Fingerzeig geben, daß die Leber mehr Venen- als Arterienblut empfängt.

Wir haben früher (§. 1146.) gefunden, daß 0,058 Quadratmillimeter Querschnitt einem Cubikcentimeter Hoden entsprechen. 1 Cubikcentimeter Niere dagegen hatte 0,168 Quadratmillimeter Pulsaderquerschnitt oder mithin ungefähr das Dreifache des Testikels.

Der mittlere Rauminhalt der Leber gleicht nach Krause 1745,6 Cubikcentimeter. 1 Cubikcentimeter derselben entspricht mithin 0,143 Quadratmillimeter Querschnitt der Pfortader und 0,018 Q. Mm. Querschnitt der Leberarterie. Die Pfortader allein, deren Blut freilich langsamer strömt, nähert sich schon in dieser Hinsicht dem Verhältnisse der Nierenpulsader zur Niere. 1 Cubikcentimeter Leber erhält im Mittel 0,161 Quadratmillimeter zuführender Gefäße, mithin fast eben so viel, als der gleiche Rauminhalt der Niere.

1522 Das Schlagaderblut, das der Leber zufließt, unterscheidet sich wahrscheinlich nicht von dem übrigen Blute der großen Körperarterien. Es läßt sich dagegen fast mit Bestimmtheit annehmen, daß die Flüssigkeit der Pfortader eine eigenthümliche Mischung darbietet. Da die Haargefäße jeden Körpertheil ernähren, so übt wahrscheinlich die Beschaffenheit der Gewebe einen bestimmten Einfluß auf die Zusammensetzung des zurückkehrenden dunkelrothen Blutes aus. Das Blut, das den Darm verläßt, wird sich daher von dem Blute, das aus rothen Muskeln oder anderen Theilen kommt, unterscheiden. Da überdieß ein Theil der genossenen Nahrungsmittel unmittelbar in die Venen übergeht (§. 773.), so müssen die Bestandtheile des Pfortaderblutes in höherem Grade, als die einer anderen Blutmasse des Körpers schwanken.

1523 Wir werden in der Ernährungslehre finden, daß die bisherige Verfahrungsweise, das Blut zu analysiren, viel zu unzuverlässig ist, als daß sich selbst die allgemeineren Verhältnisse mit Sicherheit erkennen ließen. Die feinen Unterschiede, die das Pfortaderblut von dem übrigen Venenblute sondern, können um so weniger mit Deutlichkeit hervortreten.

C. H. Schultz [1]) und F. Simon [2]) haben den Versuch gemacht, die Blutmasse der Pfortader in Vergleich mit anderen Blutarten zu prüfen. Der Wassergehalt zeigt hiernach keine bestimmten Abweichungen. Der feste Rückstand vergrößert sich nur, wie es scheint, in der Verdauungszeit in beständigerer Weise. Der Faserstoff tritt in kleineren, das Eiweiß (?), das Fett und die Asche dagegen in vergrößerter Menge hervor. Schultz giebt noch an, daß das Pfortaderblut eine dunkelere Farbe zu besitzen pflege, ein nur zertheiltes Faserstoffgerinnsel liefere und weder durch Sauerstoff, noch durch Salze geröthet werden solle.

Die vergleichenden Analysen, die F. Simon am Pferde angestellt hat, mögen hier als Einzelbelege dienen. Es fand sich hiernach:

Bestandtheile.	I. An Malleus humidus leidendes Pferd bis vor seinem Tode regelmäßig gefüttert.			II. Altes abgemagertes, wegen Kraftlosigkeit getödtetes Pferd.				III. Pferd.	
	Arterienblut der Carotis.	Venenblut der Jugularis.	Pfortaderblut.	Arterienblut der Carotis.	Venenblut der Jugularis.	Pfortaderblut.	Lebervenenblut.	Pfortaderblut.	Lebervenenblut.
Wasser . .	76,01	75,74	72,50	78,94	78,65	81,50	81,40	73,80	72,50
Fester Rückstand . . .	23,99	24,26	27,50	21,06	21,35	18,50	18,60	26,20	27,50
Faserstoff . .	1,12	1,14	0,84	0,61	0,51	0,33	0,27	0,35	0,25
Eiweiß . . .	7,89	8,59	9,24	11,31	11,34	9,23	10,33	11,46	13,00
Fett . . .	0,19	0,23	0,32	0,13	0,15	0,18	0,14	0,20	0,16
Globulin . .	13,61	12,87	15,26	7,64	7,80	7,27	5,71	11,64	11,20
Hämatin . .	0,49	0,52	0,66	0,36	0,40	0,39	0,30	0,49	0,44
Hämaphäin .	—	—	—	—	—	—	—	0,15	0,10
Extractivstoffe und Salze .	0,70	0,92	1,19	1,00	1,08	1,16	1,23	1,62	1,72
Gesammtmenge der angegebenen festen Stoffe . .	24,00	24,27	27,51	21,05	21,28	18,56	17,98	25,91	26,87

Die Werthe des Globulin und der Farbestoffe des Blutes wurden nicht bei der Vergleichung berücksichtigt, weil diese Stoffe nach sehr unsichern Verfahrungsweisen dargestellt sind.

1524 Das Blut der Lebervene enthält nach Simon weniger Fett und Faserstoff und mehr Eiweiß, als das der Pfortader. Der geringere Fettreichthum erklärt sich daraus, daß ein Theil dieser Verbindungen in die Galle übergeht.

[1]) C. H. Schultz, Das System der Circulation. Stuttgart und Tübingen, 1836. 8. S. 149 fgg.

[2]) F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Berlin, 1841. 8. Bd. II. Seite 111 fgg.

1525 **Mechanik der Gallenabsonderung.** — Untersucht man die Leber junger Embryonen, so überzeugt man sich, daß sie nach Art der traubigen Drüsen angelegt ist. Dieser Umstand deutet darauf hin, daß die gleiche Anordnung in der Drüse des Erwachsenen wiederkehre. Manche Forscher nehmen jedoch in neuerer Zeit an, daß dieses nicht der Fall ist. Die Gallengänge beginnen nach ihnen mit Netzen, deren Zwischenräume von den Haargefäßen ausgefüllt werden. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß sich hin und wieder einzelne Drüsengänge der Leber netzförmig verbinden. Die Einspritzungen und die mikroskopischen Untersuchungen machen es jedoch wahrscheinlich, daß die Gallengänge rispenartig und blind und nicht netzförmig endigen [1].

1526 Wir haben früher (§. 1437.) gesehen, daß die Leberzellen gelbe Absätze zu enthalten pflegen, daß wir aber noch nicht wissen, ob sie durch das Platzen dieser Theile frei werden, auf einfachem Wege durchschwitzen oder überhaupt nur fernere Nebenerzeugnisse der Gallenabsonderung bilden. Dem sei nun, wie ihm wolle, so gelangt die gelbe Flüssigkeit aus den kleineren in die größeren Gallengänge, um endlich zuletzt durch den Lebergang auszutreten.

1527 Es wäre möglich, daß sich schon hier fremde Beimischungen zur Galle gesellen. Die Wände der Gallengänge sind nämlich nach Theile [2]) mit eigenthümlichen Schleimdrüsen besetzt. Man kann sich vorstellen, daß sie Schleimmassen der Galle zuführen. Sie müßte hierdurch schon eine zähflüssigere Beschaffenheit, ehe sie noch in die Gallenblase gelangt, erhalten.

1528 Zwei Wege stehen dem Abfluß der Galle offen. Sie kann geraden Weges nach dem Gallengange übertreten und so unmittelbar in den Zwölffingerdarm gelangen. Sie vermag aber auch in den Gallenblasengang und von da in die Gallenblase einzudringen. Hält sie sich in dieser längere Zeit auf, so wird sie dichter und schleimiger. Die Gallenblase leistet also für die Galle dasselbe, was die Harnblase für den Urin thut. Beide unterscheiden sich jedoch dadurch von einander, daß der Harn unvermeidlicher Weise die Harnblase durchsetzen muß, die Galle dagegen noch einen anderen Ausweg finden kann.

1529 Es hängt wahrscheinlich nicht vom Zufall ab, ob die Galle sogleich in den Zwölffingerdarm oder erst in die Gallenblase gelangt. Man kennt jedoch noch nicht die näheren Verhältnisse, von denen die eine oder die andere Abflußweise abhängt. Es läßt sich nur vermuthen, daß sich vorzugsweise die Galle außerhalb der Verdauungszeit in der Gallenblase anhäufen werde.

Ihr Abfluß in den Darm ist schon §. 541. geschildert worden.

1530 Legt man den Gallengang lebender oder frisch getödteter Säugethiere bloß, so gelingt es bisweilen, wurmförmige Bewegung durch unmittelbare Reizung desselben oder durch den Anspruch seiner Nerven anzuregen.

---

[1]) Siehe über diese verschiedenen Ansichten Henle, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. Bd. I. 1845. 4. S. 34 u. 35. und Bd. I. 1846. S. 80 fgg. Krause, in Müller's Archiv. 1845. S. 524 — 33.

[2]) Theile, a. a. O. S. 350. 51.

Die Gallenblase selbst verhält sich immer, wie es scheint, ruhiger. Sie bleibt entweder unverändert oder verkleinert allmählig ihren Umfang. Da aber ihre Muskelhaut in größeren Säugethieren, wie dem Rinde, einfache Muskelfasern zeigt, so kann man mit Recht schließen, daß sie auch ein nicht unbedeutendes Verkürzungsvermögen besitzen wird.

1531 Die Falten, die an der Innenhaut der Gallenblase hervortreten, scheinen nicht bloß die Absonderungsfläche dieses Behälters zu vergrößern, sondern auch noch eine mechanische Bestimmung zu besitzen. Sie bilden eine Art unvollkommener Schraubenfalte, nach dem Halse und dem Blasengange zu. Diese Einrichtung scheint den Austritt der Galle zu mäßigen und von den Einflüssen der verschiedenen Körperstellungen unabhängig zu machen.

1532 Der größte Theil der Galle gelangt in den Zwölffingerdarm. Es ist jedoch denkbar, daß diejenige Flüssigkeit, die sich in der Gallenblase anhäuft, Stoffe von hier aus an das Blut abgiebt. Diese Mittheilung würde dann von den Wechselschicksalen der Verdauung unabhängig sein.

1533 Die Menge von Galle, die ein Mensch oder ein Thier in 24 Stunden liefert, läßt sich nicht durch Versuche ermitteln. C. H. Schultz suchte diesen Werth dadurch zu bestimmen, daß er aufzufinden sich bemühte, wie viel Galle nöthig sei, um die freie Säure des Speisebreies zu neutralisiren. Er nahm diesem gemäß an, daß täglich ein Mensch 507 bis 716 Grm. absondere. Wir haben aber schon in der Verdauungslehre (§. 714.) gesehen, daß die Grundlage dieser Bestimmung dem richtigen Sachverhalte widerstreitet.

1534 Der Versuch, die Absonderungsmenge der Leber durch den Vergleich mit anderen Drüsen zu ermitteln, führt ebenfalls zu keinem befriedigenden Ergebnisse. Er muß natürlich von der Voraussetzung ausgehen, daß die Leber gleich große Flüssigkeitsmassen, wie die zum Grunde gelegten Drüsengebilde, in Verhältniß zu ihrem Rauminhalte absondert. Nimmt man aber dieses an, so gelangt man zu so großen Werthen, daß man mit Recht die gefundenen Zahlen mit dem größten Mißtrauen betrachten muß.

1 Cubikcentimeter Ohrspeicheldrüse liefert im Durchschnitt täglich 4,092 Grm. Speichel (§. 1425. und §. 1504.) und 1 C. C. Niere, wie wir später sehen werden, 4,718 Grm. Harn. Hat aber die Leber im Mittel 1745,6 C. C. Rauminhalt, so erhalten wir 7,144 bis 8,234 Kilogramm Galle. Bedenken wir überdieß, daß die Zwischenräume der Gallengänge kleiner, als die der Speichel- und der Harnkanäle sind, so müßten diese Werthe, theoretisch genommen, eher zu klein, als zu groß ausfallen.

Man hat bis jetzt keinen Grund, anzunehmen, daß sich täglich mehr, wie die Hälfte der Blutmasse (§. 1144.) in Galle verwandelt. Ist dieses aber nicht der Fall, so muß auch die Leber langsamer, als die anderen Drüsen absondern. Die Grundlage, von der man bei der Bestimmung der täglichen Gallenmenge ausgehen kann, fällt unter diesen Verhältnissen von selbst hinweg.

Bouisson[1]) erhielt täglich 40 bis 50 Grm. von einer kleinen 3- bis 4jährigen Hündin, der er eine Gallenfistel angelegt hatte. Da das Körpergewicht des Thieres nicht angegeben ist, so läßt sich nicht beurtheilen, in welchem Verhältniß jene Gallenmenge zu den übrigen Säften stand. Es frägt sich überhaupt, ob Nichts auf Nebenwegen verloren gegangen ist.

1535 Physikalische und chemische Eigenschaften der Galle. — Sie gehört im Ganzen zu den dichteren Absonderungsgebilden (§. 52. und 54.), reagirt in der Regel neutral, nicht selten auch schwach alkalisch und nur in regelwidrigen Zuständen sauer. Ihre gelbe oder grünliche Farbe kann leicht durch höhere Wärmegrade oder durch den Zusatz von Säuren verändert werden. Salpetersäure macht den gelben Farbestoff grün und den grünen roth. Wird Schwefelsäure unter gewissen Nebenverhältnissen mit Galle vermischt, so erzeugt sich eine sehr schöne violette Färbung.

Pettenkofer[2]) gab die letztere Eigenschaft als ein Merkmahl, das zur Erkenntniß des Zuckers und der Galle dienen kann, an. Hat man eine Flüssigkeit, in der man Galle oder Choleinsäure vermuthet, so versetzt man sie tropfenweise mit ²/₃ ihres Volumens englischer Schwefelsäure, so daß sich das Ganze nicht viel über 50° C. erhitzt. Vermischt man es hierauf mit einigen Tropfen einer Rohrzuckerlösung von 20% festen Rückstandes, so entsteht eine schön violette bis tiefrothe Färbung. Diese Erscheinung, die sich leicht bestättigen läßt, kehrt nur, wenn man die gegebenen Bedingungen einhält, sicher wieder. Stärkmehl und ähnliche Körper zeigen sie ebenfalls, weil sie durch die Schwefelsäure in Traubenzucker umgesetzt werden. Vergl. auch §. 707

Van der Broek[3]) bemerkte, daß man auch die violette Färbung ohne die Anwesenheit des Zuckers erhalten kann. Man muß nur Wasser tropfenweise der Mischung von Galle und Schwefelsäure zufügen und oft das Ganze stark umrühren. Etwas Wasser zu viel hebt die Färbung binnen Kurzem auf.

Die Salpetersäure wird häufig gebraucht, damit sie den Gallengehalt von Flüssigkeiten durch die oben angeführte Farbenveränderung anzeige. Da jedoch der Versuch häufig mißlingt, so empfiehlt Heller[4]) etwas Eiweiß, wenn es nicht schon vorhanden ist, zuzusetzen. Es erzeugt sich nämlich dann ein blauer oder grüner und selbst ein röthlicher Niederschlag bei der Anwesenheit von Galle. Das Eiweißgerinnsel ist sonst im Anfange weiß und färbt sich erst später gelb.

1536 Die Galle wurde vorzüglich in neuerer Zeit von den verschiedensten Chemikern untersucht. Die Physiologie konnte fast keinen Nutzen aus diesen Bemühungen ziehen, weil nur Widersprüche auf Widersprüche folgten. Beinahe jede Mittheilung verwarf die früheren Angaben als unrichtig, um das gleiche Schicksal von der nächstfolgenden zu erleiden.

1537 Die Galle führt eine wechselnde Menge von Schleim, Gallenfett, Gallenfarbestoff und Salzen. Diese Verbindungen bilden, wie es scheint, Nebenbestandtheile, die außer gewissen eigenthümlichen Stoffen vorhanden sind. Frerichs[5]), der zwei Mal die Galle von verunglückten Männern untersuchte, fand 86 und 85,92% Wasser, 10,22 und 9,14% gallensaueres

[1]) Die Galle im gesunden und krankhaften Zustande, nach F. Bouisson bearbeitet von E. A. Platner in Eckstein's Handbibliothek. VI. Wien, 1846. S. 123.

[2]) Pettenkofer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LII. Heidelberg, 1844. 8. Seite 90.

[3]) Van der Broek, in van Deen's, Donders u. Moleschott holländischen Beiträgen zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften. Bd. I. Utrecht und Düsseldorf, 1846. 8. S. 100 — 102.

[4]) Heller, in s. Archiv. 1844. S. 95. 96.

[5]) Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. Erlangen, 1846. 4. S. 148.

Natron, 0,16 und 0,26% Gallenfett, 0,32 und 0,92 Margarin und Olein, 2,66 und 2,98% Schleim, 0,25 und 0,2 % Chlornatrium, 0,20 und 0,25% dreibasisch-phosphorsaueres Natron, 0,18 und 0,28% Erdphosphate, 0,02 und 0,04 schwefelsaueren Kalk und Spuren von Eisenoxyd.

1538 Viele ältere Gelehrte betrachteten die Galle als eine Seife oder als die Verbindung einer Fettsäure mit Natron. Diese Ansicht verlor sich, seitdem Thénard, Berzelius, Prout und L. Gmelin diese Absonderung nach den Verfahrungsarten der antiphlogistischen Chemie untersuchten. Man sah die Galle als eine Vereinigung der verschiedensten Körper an. Das Pikromel und das Gallenharz von Thénard und das Taurin von Gmelin gehören zu der Reihe eigenthümlicher Stoffe, die vorzugsweise von Bedeutung zu sein scheinen. Die Physiologie konnte keine Aufklärung durch diese Mittheilungen erhalten. Denn die Menge der einzelnen angenommenen Körper war so groß und ihre Beziehungen zu einander, zu der Blutmasse und zu den übrigen Absonderungen so unbekannt, daß jeder Leitstern mangelte.

1539 Demarcay, der die Galle unter Liebig's Leitung von Neuem untersuchte, faßte wiederum den Gedanken, daß die Galle eine Seifenverbindung des Natron sei, auf. Eine eigenthümliche Säure, die Choleinsäure, die mit Natron vereinigt ist, bildet nach ihm den Hauptbestandtheil dieser Mischung. Sie geht leicht auf dem Wege der Zersetzung in Choloidinsäure oder Gmelin's Gallenharz, in Taurin und Ammoniak, oder in Cholsäure über. Während Dumas und Pelouze diese Angaben bestättigten, erhielt sich zwar bei Liebig und dessen Schülern die Ansicht, daß die Galle eine Seifenverbindung darstellt. Die Säure aber, die in ihr in frischem Zustande enthalten sei, wechselte rasch mit der Verschiedenheit der Beobachter. Kemp nahm eine andere, als Theyer und Schlosser oder Verdeil an.

Die elementaranalytischen Werthe, die Demarcay und Dumas für die Choleinsäure und das Taurin und Theyer und Schlosser für ihre Gallensäure und die Ochsengalle erhalten haben, sind schon oben §. 395. S. 219. angeführt worden.

1540 Berzelius hatte indeß die Analyse der Ochsengalle von Neuem aufgenommen. Der frühere Reichthum an organischen Bestandtheilen trat hier wiederum hervor. Ein eigenthümlicher Körper, das Bilin, bildet hiernach den Hauptbestandtheil der Galle. Fellinsäure, Cholinsäure, Dyslisin, Taurin und Ammoniak, Bilifellinsäure u. dgl. erzeugen sich leicht auf dem Wege der Zersetzung und sind zum Theil schon in der Galle des lebenden Geschöpfes enthalten. Widersprachen Liebig, Kemp, Theyer und Schlosser [1]) der Auffassungsweise der Zusammensetzung der Galle, so erklärt Mulder [2]) in neuester Zeit, daß nur Bilin und kein gallen-

---

[1]) Eine ausführliche Zusammenstellung der älteren und neueren analytischen Bemühungen findet sich in: E. A. Platner, Ueber die Natur und den Nutzen der Galle. Eine physiologisch-chemische Abhandlung. Heidelberg, 1845. 8. S. 1 — 24.

[2]) Mulder, in van Deen's, Donders und Moleschott's holländischen Beiträgen. Bd I. S. 103. 104.

saueres Natronsalz in der frischen Galle vorhanden sei. Platner[1]) endlich sieht fellinsaueres Natron als den Hauptbestandtheil an. Bilin, Gallenfarbestoff, Gallenfett, Gallenschleim, Salze und Wasser treten als Nebenverbindungen auf.

1541 Verdeil[2]) hat die von Platner angegebene krystallisirte Verbindung mittelst einer nach bestimmten Vorschriften geregelten Behandlung mit Weingeist und Aether dargestellt und näher untersucht. Sie besteht nach ihm aus 59,87% Kohlenstoff, 8,91% Wasserstoff, 4,22% Stickstoff, 3,83% Schwefel, 16,18% Sauerstoff und 6,99% Natron. Der organische Körper allein führt 64,33% Kohle, 9,59% Wasserstoff, 4,53% Stickstoff, 4,11% Schwefel und 17,44% Sauerstoff.

1542 Der vorzüglichste Einwand, mit der sich die Chemiker bei diesen ihren Mittheilungen bekämpfen, stützt sich auf die leichte Zersetzbarkeit der Galle. Diese Mischung zerlegt sich bald von selbst oder durch den Einfluß anderer Körper. Man arbeitet daher leicht mit Umsatzverbindungen und mit keinen natürlichen Stoffen.

Die elementaranalytischen Werthe, die man hier erhält, sind unsicherer, als es noch die meisten Chemiker annehmen. Wir haben schon früher (§. 392.) gesehen, daß das Natron der Galle einen Theil der Kohlensäure zurückhält und daß die Kohlenstoffprocente zu gering ausfallen. Der Schwefel dieser Verbindung kann die entgegengesetzte Wirkung ausüben. Verwandelt er sich in schweflige Säure, so wird diese bei dem Verbrennen mit Kupferoxyd von dem Kali gleich der Kohlensäure zurückgehalten.

Die Gallenverbindungen führen viel Schwefel; das Taurin sogar nach Redtenbacher 36%. Wesentliche Unrichtigkeiten müssen daher die Ergebnisse, welche die eben erläuterten Verhältnisse außer Acht lassen, begleiten.

1543 Die Physiologie kann unter diesen Verhältnissen keine der neueren Bemühungen zu sicheren Anwendungen gebrauchen. Sie ist nur im Stande, einzelne, zum Theil schon durch frühere Beobachtungen erhärtete Thatsachen zu Hilfe zu ziehen.

1544 Die Galle enthält verhältnißmäßig große Mengen von Asche. Die ältere Untersuchung von Berzelius giebt 1,26% und die von Thénard 1,40% an. (Vgl. §. 696. und §. 1537.)

Die meisten der wesentlichen organischen Bestandtheile zeichnen sich durch ihren verhältnißmäßigen Reichthum an Kohlenstoff und Wasserstoff aus. Die Selbstzersetzung derselben dagegen läßt nicht selten Ammoniak frei werden (§. 1539.).

Die kranke Galle führt bisweilen auskrystallisirte rhombische Blättchen von Gallenfett (Fig. 196., Seite 647.). Sie können sich auch durch Verdichtung der Galle absetzen.

---

[1]) Platner, a. a. O. S. 77 — 108.
[2]) Verdeil, in den Annalen der Pharmacie. Band LIX. Heidelberg, 1846. 8. Seite 314. 315.

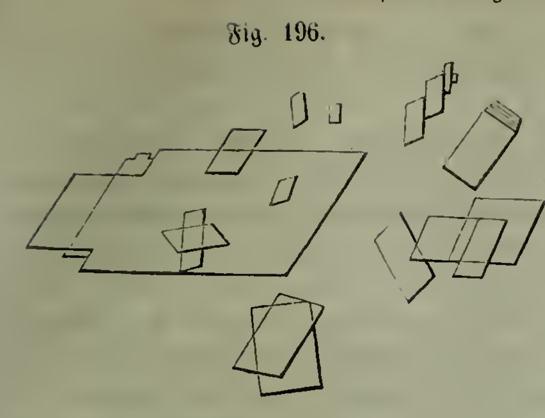


Fig. 196.

Chevreul fand in ihr weniger Fett in Lungenschwindsüchtigen und Thénard eine geringere Menge von Farbestoff bei Fettleber. Das Blut führt viele gelbe Stoffe in Gelbsüchtigen. Die Ernährungsflüssigkeit und selbst die Gewebe nehmen dann eine gelbliche Farbe an. Sie erscheint zuerst an weißen zarthäutigen Theilen, wie der Bindehaut des Auges und tritt dann auch in den übrigen Gebilden hervor. Die Theile können rein gelb, grünlich oder bräunlichgelb werden. Der Harn ist dann dunkelgelb bis grünlichbraun; der Koth dagegen farblos (§. 755.).

Die Gallensteine, die bald vereinzelt, bald in großen Mengen in den Gallengängen, der Gallenblase und dem Darme liegen und nicht selten mit dem Stuhle abgehen, bilden oft Krystalldrusen. Sie besitzen aber auch häufig unebene Flächen oder haben sich gegenseitig abgeschliffen und führen vorzüglich Gallenfett, Gallenfarbestoff, Margarin und margarinsaure Verbindungen. Scherer fand in dem aus ihnen durch Salzsäure dargestellten Farbestoff 62,49% Kohle, 6,15% Wasserstoff, 8,17% Stickstoff und 23,19% Sauerstoff.

Bertozzi gab in neuerer Zeit an, daß die gefärbten Gallensteine Kupfer enthalten. Heller [1]) und Gorup-Besanez [2]) theilen ebenfalls diese Ansicht nach ihren eigenen Beobachtungen.

1545 Nutzen der Galle. — Sie bildet eine der wesentlichsten Absonderungen des Körpers. Die §. 1544. angeführten Erscheinungen der Gelbsucht lehren am deutlichsten, wie bedeutend sich die übrigen Ernährungszustände verändern, wenn keine Galle mehr aus der Leber nach dem Darmkanale abgeführt wird.

1546 Legte Schwann [3]) Gallengangfisteln in Hunden an, so daß die Galle an den Bauchwandungen ausfloß, und gelang es, die Wiederherstellung des Gallenganges zu verhüten (§. 1517.), so gingen die Thiere an Erscheinungen der Inanition (§. 466. fgg.) zu Grunde. Erklärt sich dieses leicht daraus, daß täglich eine bedeutende Menge von Stoffen unnütz verloren wurden, so bleibt es doch noch räthselhaft, weshalb in diesen Versuchen das Körpergewicht zuerst ab-, dann zunahm und sich endlich zuletzt unaufhörlich verkleinerte, nicht aber stetig sank. Eine genauere Verfolgung der Nahrungseinnahmen könnte vielleicht diesen dunkelen Punkt aufhellen.

1547 Wir haben schon in der Verdauungslehre gesehen, welche Einflüsse die in den Darm übergetretene Galle ausübt und wie lückenhaft unser Wissen auf diesem Gebiete ist. Ein Theil der Gallenstoffe wird hier von Neuem aufgesogen. Es ist aber noch unbekannt, welche Verbindungen in die Blutmasse übergehen und was ferner aus ihnen wird, ob ihre organischen Bestandtheile theilweise oder gänzlich zu Kohlensäure und Wasser verbrennen oder ob sie ferner den Körpergeweben dienen.

---

[1]) Heller, in s. Archiv. 1845. S. 228. 229.
[2]) Gorup-Besanez, Ebendaselbst. 1846. S. 17.
[3]) Schwann, in Müller's Archiv. 1844. S. 127 — 159.

7. Harn.

1548 Entstehung des Harnes. — Der Urin, den die Nieren liefern, soll nicht seiner Hauptmasse nach im Körper bleiben, sondern als eine nicht mehr brauchbare Verbindung aus dem Organismus ausgeschieden werden. Er theilt daher in dieser Hinsicht die Rolle des Kothes, der Lungen- und der Hautausdünstung.

1549 Die Stoffe, die vorzugsweise auf diesem Wege abgehen, sind Wasser, unorganische Salze und verschiedenartig organische Verbindungen. Die Natur theilt gleichsam die Erzeugnisse der beschränkten Elementaranalyse, die sie in dem Körper einleitet (§ 386. fgg.). Die Kohlensäure und das Wasser, das als Dampf durch Lungen- und Hautausdünstung davongehen kann, wird auf diesem Wege beseitigt. Was aber hier nicht auszutreten vermag, fällt größtentheils dem Harne anheim.

1550 Wir haben früher (§. 1365. und §. 1406.) gesehen, daß sich der Stickstoff in keiner wesentlichen Weise bei den Gasausscheidungen des Körpers betheiligt. Er müßte daher schon einen anderen Ausweg suchen, wenn er als reiner Stickstoff oder als Ammoniak in den Umsatzverbindungen des Körpers aufträte. Da er aber größtentheils in eigenthümlichen organischen Stoffen, wie dem Harnstoff, der Harnsäure und der Hippursäure enthalten ist, so giebt ihm der tropfbar-flüssige Harn die beste Gelegenheit, den Körper zu verlassen.

1551 Der Harn erhält hierdurch die Bestimmung, die vorzüglichste Abzugsquelle der nicht mehr brauchbaren Stickstoffverbindungen zu bilden. Der Harnstoff verleiht ihm vor Allem diese Eigenschaft. Er nimmt nicht bloß die bedeutendsten Mengen des festen Rückstandes des Urins in Anspruch, sondern führt auch verhältnißmäßig mehr Stickstoff, als irgend ein anderer organischer Körper. Seine Stickstoffmenge beträgt 46,73%, die der Harnsäure nur 34,60% und die der Hippursäure 7,82% (§. 395.).

1552 Die Salze können natürlich nicht in irgend merklichen Massen verdunsten. Sind sie einmal in das Blut übergetreten, so müssen sie vor Allem den Harn zu ihrem Austritt benutzen. Der Urin wird daher in jedem Falle Wasser, stickstoffreiche organische Substanzen und Salze in reichlichem Maaße entleeren.

1553 Die Verbindungen, die das Blut aufnimmt, wechseln mit der Nahrungs- und der Lebensweise. Der Urin muß daher auch seinen Bestandtheilen nach schwanken. Manche Körper, die immer in regelrechtem Zustande aus der beschränkten Elementaranalyse des Organismus hervorgehen, kehren auch in ihm wieder. Ihre Menge fällt aber den Nebenumständen gemäß verschieden aus. Werden fremdartige Massen, die selbst oder deren Producte auf anderen Wegen nicht abgehen, dem Körper einverleibt, so sorgt auch der Harn für deren Entfernung.

1554 Mechanik der Harnabsonderung. — Sollen die Nieren mit Pünktlichkeit das überschüssige Wasser und viele lösliche Stoffe abführen, so müssen sie leicht größere Flüssigkeitsmassen ausscheiden können. Der

Wechsel des Bedürfnisses fodert überdieß, daß sie bald mehr, bald weniger absondern. Die ganze Einrichtung dieser Drüsen deutet auch auf eine wesentliche Bevorzugung.

1555 Das hochrothe Arterienblut strömt bald, nachdem es das linke Herz verlassen, aus der Bauchaorta in die weite Nierenarterie. Die mechanischen Vortheile, die sich hieraus ergeben, sind schon §. 204. dargestellt worden. Eben so haben wir gesehen (§. 1426), daß 1 Cubikcentimeter Hode 0,058 Quadratmillimeter Schlagaderquerschnitt, 1 C. C. Leber 0,161 (§. 1516.), 1 C. C. Niere dagegen 0,168 Quadratmillimeter Querschnitt der zuführenden Blutsäule entsprach.

Soll gleichsam der Harn das Spülwasser des Blutes bilden, muß hier binnen Kurzem die gesammte Blutmasse von gewissen überschüssigen Bestandtheilen gereinigt werden, so handelt es sich vorzüglich darum, daß möglichst viel Blut die Nieren durchsetze. Die Größe der Absonderungsfläche dagegen wird von dem, was unter diesen Verhältnissen austreten und wie rasch es abgeführt werden kann, abhängen. Dieses scheint es zu erklären, daß die Nieren in Verhältniß zu ihrem Umfange den Schätzungen nach weniger Absonderungsfläche, als die traubigen Drüsen darbieten (§. 1425.).

1556 Theilen sich auch ihre Schlagadern, wie gewöhnlich gabelförmig, so besitzen doch ihre feineren Verzweigungen gewisse eigenthümliche Gebilde, die offenbar in näherer Beziehung mit der Harnbereitung stehen. Verfertigt man sich einen feinen Schnitt einer Niere, deren Schlagader mit Erfolg eingespritzt worden, so bemerkt man viele kleine Gefäßknäuel oder Malpighi'sche Körperchen, *a* Fig. 197. (s. Seite 650.), die wie Beeren an den feineren Schlagaderästchen *b* hängen. Sie liegen vorzugsweise zwischen den gewundenen Harnkanälchen *c* und fehlen dagegen an den gestreckten *d*. Der Pulsaderzweig löst sich dabei in eine Reihe vereinzelter Aeste auf. Der Knäuel entläßt dann meist einen abführenden Stamm, der erst später in Haargefäße übergeht.

1557 Wir haben schon früher (§. 209.) gesehen, daß die Wände der feinen Gefäßröhren einen größeren Druck vermöge dieser Einrichtung auszuhalten haben [1]). Es läßt sich annehmen, daß deshalb eine reichlichere und dichtere Mischung aus dem Blute austreten werde (§. 144.). Da die Malpighi'schen Körperchen, nach Bowmann's [2]), von Hyrtl bezweifelter Angabe von Erweiterungen der Harnkanälchen, die an ihrer Innenfläche flimmern, kapselartig umschlossen werden, so würde hiernach die reichlichere und dichtere Flüssigkeit in sie gelangen und nach den cylindrischen Harnkanälchen weiter geführt werden. Kommt sie dann mit dem Blute der Haargefäße, das ohnedieß schon in den Malpighi'schen Kör-

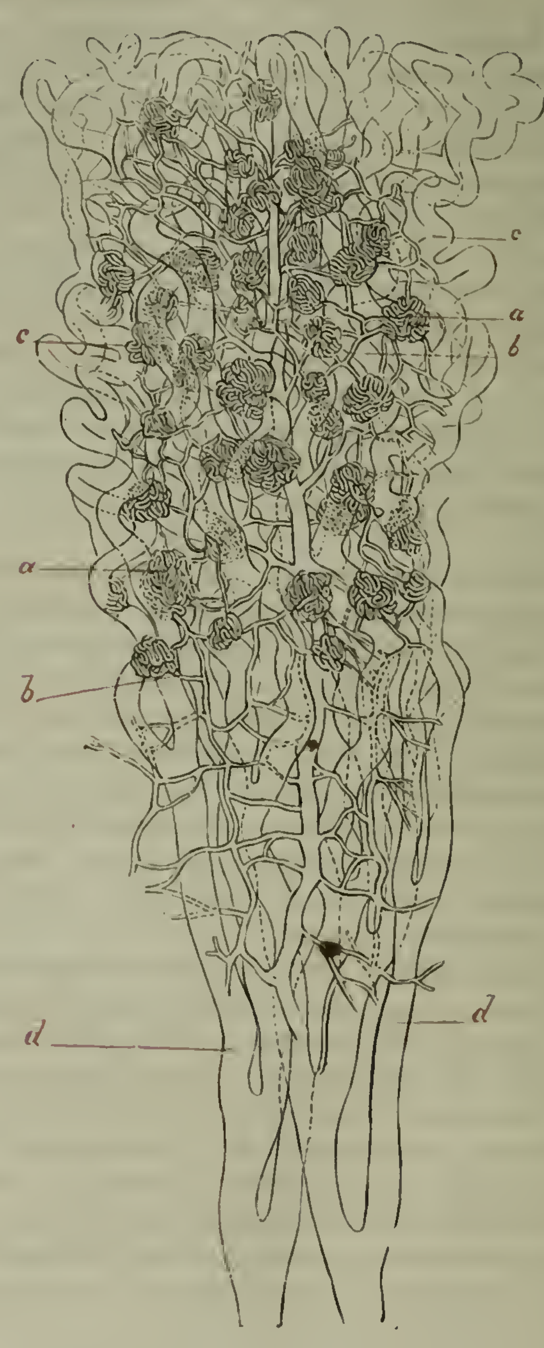
---

[1]) Vergl. auch C. Ludwig, Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg, 1843. 8. S. 5. und dessen Artikel »Nieren« in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1845. 8. S. 637.

[2]) Bowmann, in den Philosophical Transactions for the year 1842. London, 1842. 4. p. 60. Hyrtl, in der Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien. Bd. II. Wien, 1846. 8. S. 381—397.

perchen stoffarmer geworden, in Berührung, so kann sie eher verdünnte Flüssigkeiten aufnehmen. Hyrtl vermuthet, daß die Kapseln mit den

Fig. 197.



Saugadern in Verbindung stehen. Ihre Aufnahmsflüssigkeit würde dann in den Lymphgefäßen entfernt. Es wäre möglich, daß der Wasserreichthum des Harnes auf diese Weise bedingt würde. Man sieht aber leicht,

daß uns jede nähere sichere Kenntniß auf diesem Gebiete mangelt. Man kann eben so wenig erklären, weshalb nur Verbindungen, wie Harnstoff, Harnsäure und ähnliche Körper, nicht aber das Eiweiß in den regelrechten Harn übergehen. Die Annahme, daß es von den Wänden der Harngänge zurückgewiesen werde, ist bis jetzt nicht mit Bestimmtheit dargethan worden [1]).

1558 Die Fortdauer der Harnabsonderung treibt die Flüssigkeit aus den gewundenen in die gestreckten Harnkanälchen. Sie tritt dann zu den feinen, an den Nierenwarzen befindlichen Oeffnungen heraus und sammelt sich in den Nierenkelchen und dem Nierenbecken. Der Harnleiter nimmt sie später auf und führt sie in die Blase. Seine wurmförmige Bewegung kann die Regelmäßigkeit des Abflusses sichern und beschützen. Führt man eine Röhre in den Harnleiter eines Thieres ein, so sieht man oft, wie der Urin in ziemlich regelmäßigen Zeitabschnitten tropfenweise herabkommt. Menschen, die an angeborenem Vorfall der umgestülpten Harnblase leiden, geben zu ähnlichen Erfahrungen Gelegenheit.

Diese Mißbildung besteht darin, daß die Vorderwand der Blase und die vor ihr liegenden Theile mangeln. Die hintere Wand liegt an der Oeffnung frei zu Tage und bildet eine schleimhäutige, rothe und näßende Stelle. Andere Abweichungen, über welche die Entwickelungsgeschichte näheren Aufschluß giebt, gesellen sich noch häufig hinzu. Der Nabel steht oft tiefer, als gewöhnlich, die Harnröhre ist lückenhaft und die Geschlechtswerkzeuge leiden an einzelnen Fehlern. Da das Becken vorn offen ist, so erhält der Mensch einen eigenthümlichen schwankenden Gang.

1559 Die Mündungen der Harnleiter liegen an der Oberfläche der umgestülpten Harnblase bloß. Lassen sie von Zeit zu Zeit einen Tropfen hervortreten, so öffnen und schließen sie sich dabei nach Erichsen [2]), wie wenn sie von einem eigenen Schließmuskel beherrscht würden. Die Flüssigkeitsmassen treten dabei, wenn längere Zeit Nichts gegessen wurde, in ziemlich regelmäßigen Zeitabschnitten hervor. Beide Harnleiter sind in dieser Hinsicht zu verschiedenen Augenblicken thätig. Das aufrechte Stehen und tiefe Athembewegungen begünstigen den Austritt des Harnes.

Das Nierenbecken bildet schon eine Art von Behälter, um die von den Nierenkelchen herabkommenden Harnmassen aufzunehmen und dem Harnleiter zu übergeben. Das Abgesonderte wird dabei in solchem Verhältnisse weiter geführt, daß keine Ueberfüllung der Nieren selbst möglich ist. Findet sich dagegen ein bleibendes Hinderniß an dem Harnleiter oder dem Nierenbecken, so häuft sich Urin oberhalb der unwegsamen Stelle an. Die Theile werden ausgedehnt und verändert. Organische Verschließungen, der Absatz von Steingebilden und andere Ursachen bewirken daher nicht selten, daß der Harnleiter örtlich oder seinem ganzen Verlaufe nach anschwillt. Leisten sein Verlauf und seine Befestigungsweise an einzelnen Stellen Widerstand, so beutelt er sich hierbei aus und bildet ungleiche Windungen, welche die verschiedenartigen Flüssigkeitsanhäufungen veranlassen. Verstopfen Nierensteine die Ausmündung des Nierenbeckens in den Harnleiter, erzeugt eine regelwidrige Schlagader [3]) oder ein dahinlaufendes Band das gleiche Hinderniß, so unterliegt die Niere noch durchgreifenderen Veränderungen. Der in seinem Abflusse gehemmte Harn

---

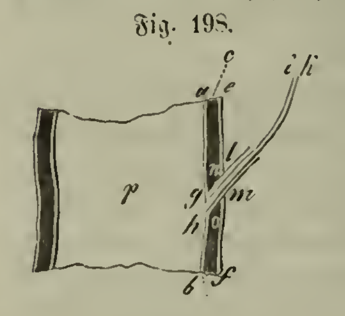
1) Ludwig, a. a. O. S. 637.
2) Erichsen, in the London medical Gazette. 1845. p. 360 u. 409.
3) C. Rokitansky, Handbuch der pathologischen Anatomie. Wien, 1841. 8. Bd. III. Seite 438.

erweitert zunächst die Nierenkelche und beeinträchtigt die Gewebe der Niere. Die Harnkanälchen sind im Anfange im Uebermaße angefüllt. Es erzeugen sich später große blasigte Ausdehnungen, welche die regelrechten Gewebe verdrängen und theils abgeschlossen sind, theils aber auch durch die Auffaugung der Zwischenwände zu ausgedehnteren Räumen zusammenstoßen. Man findet daher dann bisweilen ein kopfgroßes, scheinbar aus einzelnen Hydatiden bestehendes Gebilde statt der Niere.

1560 Die Harnblase bildet einen seinem Umfang nach wechselnden Behälter. Ist sie vollständig entleert, so sorgen schon ihre eigenen Muskelfasern und der ungehemmte Druck der Unterleibseingeweide und der Bauchdecken, daß ihre Wände möglichst nahe an einander liegen und keinen Zwischenraum übrig lassen. Soll Urin von den Harnleitern aus einströmen, so ändert sich dieses Verhältniß auf die leichteste Weise. Der Druck, der die Wände der Harnblase an einander legt (§. 174.), wirkt auch auf den Urin. Erfreut sich dieser der geringsten Zugabe von Pressung, die von der fortdauernden Absonderung in den Nieren oder der Zusammenziehung des Harnleiters geliefert werden kann, so muß er in die Harnblase, wenn deren Muskelfasern unthätig bleiben oder eine geringere Kraft entwickeln, einströmen. Ist aber die Blase an ihrem Grunde geschlossen, so wird sich die in ihr eingetretene Flüssigkeit zu größeren Massen ansammeln.

1561 Die Einrichtung, mittelst welcher der Rücktritt in die Harnleiter unmöglich gemacht wird, gleicht der Mechanik, die schon §. 541. für die Galle, den Bauchspeichel und den Darm erläutert worden. Die Harnleiter durchdringen nicht geraden Weges die Wände der Harnblase *aghb* und *elmnf*, Fig. 198., sondern laufen ungefähr 3 Centimeter zwischen ihnen fort und münden endlich schlitzförmig. Dieses hindert schon ohne Weiteres den Rücktritt, wenn die Blase gefüllt ist. Treibt man Luft in die der Leiche ein, so dringt sie in der Regel nicht in die Harnleiter vor. Zieht sich aber später die Harnblase bei der Urinentleerung zusammen, so können ihre Muskelfasern *cnod* um so kräftiger verhüten, daß die dann unter einem stärkeren Drucke stehende Flüssigkeit in den Harnleiter *iklm* zurücktritt.

Fig. 198.



1562 Ist die Harnblase zusammengezogen, so liegt sie hinter der Symphyse der Schaambeine verborgen. Wird sie dagegen, wie dieses unter krankhaften Verhältnissen vorkommen kann, möglichst ausgedehnt, so kann sie bis zu dem Nabel und selbst noch höher emporsteigen. Das Bauchfell mit den durch dieses gebildeten Blasenmastdarmbändern des Mannes und den Blasengebärmutterbändern der Frau, das mittlere und die seitlichen Blasenbänder (die Ueberreste des Harnstranges und der Nabelschlagadern des Embryo) befestigen sie dann in der Vorderhälfte des Unterleibes.

Sollen sich größere Harnmassen in der Blase ansammeln, so muß diese natürlich allseitig geschlossen bleiben können. Ist dies nicht der Fall, so wird die Flüssigkeit tropfenweise oder in kleinen Mengen wider den Willen des Menschen austreten. Wir sehen dieses bei Lähmungen des Schließmuskels der Blase, bei Blasenfisteln und nach der Einführung des Katheters.

Die Blasenfisteln der Männer, die am Damme oder dessen Nachbarschaft und die

der Frauen, die in der Scheide münden, bewirken, daß der Harn, der unwillkührlich abgeht, die Haut der Schenkel nach und nach anätzt und einen widerlichen Geruch in der Umgegend des Kranken verbreitet. Die Schwere begünstigt hier schon diese Bahn. War dagegen der Blasengrund anhaltend verschlossen und stach man deswegen die Blase oberhalb der Schambeinsymphyse an, um dem Harn einen Ausgang zu bereiten, so muß man eine Röhre einführen, damit sich nicht der Urin in das Zellgewebe des Beckens verirre.

War man genöthigt, die Blase eines Steinschnittes wegen von dem Damme aus zu öffnen, so würde der Harn auf diesem Wege allein von selbst abgehen, so lange der Schließer der Harnblase in Thätigkeit bleibt. Die Aetzkräfte des Urins verzögerten dann leicht die Heilung der Wunde. Wir führen deshalb einen Katheter in die Blase und lassen ihn hier fortwährend liegen, um jeden unzweckmäßigen Strom, so sehr es angeht, abzuleiten. Blasen-Dammfisteln bleiben auch oft nach dem Steinschnitte in unglücklichen Fällen zurück.

Ist der Ausgang in die Harnröhre beharrlich verschlossen, so drückt der angesammelte Urin immer mehr auf die Harnblase und bisweilen auch auf die Harnleiter. Ihre Wände dehnen sich möglichst aus und werden zuletzt ihres geringen Widerstandes wegen durchbrochen. Der Harn ergießt sich in die Bauchhöhle oder noch öfterer in das Zellgewebe des Beckens, das außerhalb des Bauchfellsackes liegt. Er dringt in dem letzteren Falle in das Bindegewebe des Dammes, des Hodensackes, der Schaamlefzen und der Nachbartheile vor. Es ereignet sich nur selten in solchen verzweifelten Fällen, daß sich der embryonale Harnstrang von Neuem öffnet und der Urin zum Nabel heraustritt.

1563 Verweilt der Urin in der Harnblase, so wird er dichter, weil nothwendiger Weise das Blut Stoffe aus dieser wäßrigeren Lösung aufnehmen muß. Der Schleim, der die Innenfläche der Blase bekleidet, dient wahrscheinlich, wie bei der Gallenblase, diese Veränderung in mäßigen Schranken zu halten.

1564 Ist die Blase bis zu einem gewissen Grade gefüllt, so mahnt uns eine eigenthümliche Empfindung der Fülle und Spannung an das Bedürfniß, den Harn zu entleeren. Die Schließmuskeln haben unter regelrechten Verhältnissen Kraft genug, den Druck für einige Zeit zu überwinden. Geschieht dieses, so füllt sich die Blase immer mehr. Die Wirkung des Willens soll ausnahmsweise so groß sein können, daß die Blase eher berstet, als daß der Harn auf dem gewöhnlichen Wege austritt. Er bricht aber zuletzt unter den gewöhnlichen Verhältnissen auf dem regelrechten Wege durch und stürzt wider den Willen des Menschen zur Harnröhre hervor.

1565 Nebenverhältnisse können noch die unwillkührliche Harnentleerung begünstigen. Dehnt sich die Gebärmutter während der Schwangerschaft aus, so daß hierdurch der Unterleibsraum beengt wird und sich ein großer harter Körper in der Nachbarschaft der Blase vorfindet, so reicht die Druckverstärkung des Hustens hin, um einige Tropfen von Harn auszustoßen. Schwäche des Blasenschließers erzeugt das Gleiche. Sie stört am leichtesten im Schlafe oder bei heftigen Gemüthsbewegungen. Kräftige psychische Mittel heben sie oft eher, als örtliche Arzneien.

1566 Die Entleerung des Harnes erinnert in mancher Hinsicht an den Abgang des Kothes (§. 552. fgg.). Quergestreifte und einfache Muskelfasern sind bei beiden thätig. Die Ausathmungsbewegungen werden für kräftigere Anstrengungen zu Hilfe gezogen. Ihre Theilnahme hält sich nur in der Regel in einem engeren Kreise, weil der flüssige Harn weniger Widerstand zu leisten pflegt, als die dichteren Kothmassen. Nur außeror-

dentliche Hindernisse, die durch Steine, Verhärtungen der Vorsteherdrüse, Krämpfe oder organische Entartungen der Blase und der Nachbargebilde erzeugt werden, fodern auch hier zu größerer Kraftentwickelung auf.

1567 Die Harnröhre verhält sich in beiden Geschlechtern zur Harnblase, wie eine Ansatzröhre zu einer Spritze (§. 217.). Die Muskelbündel der Blase bilden eine stärkere Entwickelung der Mittelschicht, die an den größeren Ausführungsgängen der Drüsen vorkommt, und bestehen durchgehends aus einfachen Fasern. Sie sind so angeordnet, daß die vortheilhaftesten Druckwirkungen erreicht werden.

1568 Der Stempel, der in einer Spritze niedergeht, wirkt in einseitiger Art. Eine größere Blase, die wir mit den Händen zusammendrücken, bietet noch Zwischenräume dar, in welche die gepreßte Flüssigkeit ausweichen kann. Der Druck wirkt überdieß an den verschiedenen Stellen mit ungleichen Kräften und in unzweckmäßiger Weise. Die Muskelfasern der Harnblase dagegen sind so angeordnet, daß solche Uebelstände wegfallen und die Hauptwirkung nach der Harnröhre hin gerichtet ist.

1569 Der größte Theil von ihnen, der die sogenannten Blasendrücker (Compressores vesicae) bildet, geht quer und schief und preßt daher den Harn von allen Seiten. Die stark entwickelten Längenfasern, die hinten und vorn angebracht sind, der Austreiber des Harnes (Detrusor urinae) verkleinern mit vieler Kraft den Durchmesser, der sich von dem Scheitel nach dem Grunde der Harnblase hinzieht. Je mehr aber ihr Umfang abnimmt, um so mehr verschwinden die Zwischenräume, die in der ausgedehnten Blase zwischen den Muskelfasern übrig bleiben.

1570 Der Gebrauch der Kreisfasern gewährt noch den Vortheil, daß sich diese nur nach dem Blasengrunde hin zu verstärken brauchen, um sogleich einen kräftigen Schließmuskel (Sphincter vesicae) zu bilden. Ist er im Ruhezustande zusammengezogen, so sondert er mit vieler Kraft die Höhle der Harnröhre von der der Blase.

1571 Ein anderer Muskel, der Zusammenschnürer der häutigen Harnröhre (Constrictor urethrae membranaceae) ist außerdem an dem Anfange von dieser angebracht. Er besteht aus quergestreiften Muskelfasern und verhält sich daher in dieser Hinsicht zu dem Blasenschließer, wie der äußere zu dem inneren Afterschließer (§. 568.). Es läßt sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß er den ihm entsprechenden, mit einfachen Fasern versehenen Muskel im Zustande der Ruhe unterstützen kann und die erste Anregung zur Harnentleerung mittelst seiner dem Willen unterworfenen Thätigkeit giebt. Der bisweilen noch vorhandene Harnblasenmuskel (Depressor vesicae s. Vesicalis), der ebenfalls quergestreifte Fasern besitzt, zieht die Harnblase herab und unterstützt auf diese Weise die Harnentleerung, besonders wenn sie bei liegender Körperstellung vorgenommen werden soll [1]).

1572 Wollen wir Urin lassen, so vergeht in der Regel eine gewisse Zeit,

[1]) S. Th. v. Sömmerring, Lehre von den Muskeln und Gefäßen des menschlichen Körpers. Umgearbeitet von F. W. Theile. Leipzig, 1841. 8. S. 117.

ehe der Harnstrahl hervortritt. Der Einfluß des Willens trägt sich wahrscheinlich nur mittelbar auf die einfachen Fasern der Blase über. Wir werden in der Bewegungslehre sehen, daß ähnliche Erscheinungen an anderen Gebilden, die glatte Fasern besitzen, wiederkehren.

1573 Der Druck, mit dem die Blase den Urin austreibt, ist bis jetzt noch nicht manometrisch bestimmt worden. Der Urinstrahl tritt bei dem regelrechten Harnen gleichförmig aus. Er verkleinert sich nur bei dem Schlusse und verstärkt sich bei außerordentlichen Anstrengungen, wie dem Drücken oder Husten, und unter ähnlichen Verhältnissen. Geschlechtige Ausschweifungen, Rückenmarkskrankheiten und andere regelwidrige Zustände können bewirken, daß die letzten Mengen des Harnes in der Harnröhre zurückbleiben und später in kleinen Strömen unwillkührlich abgehen.

1574 Eine erhöhte Thätigkeit der Bauchpresse (§. 562. 563.) wird nur dann in Anspruch genommen, wenn der Austritt des Harnes beschleunigt werden soll oder wenn sich ihm ungewohnte Hindernisse in den Weg stellen. Personen, die an Steinen, an Verengerungen der Harnröhre, an Verhärtungen der Vorsteherdrüse und an anderen Entartungen leiden, zeigen häufig ähnliche Erscheinungen, wie Menschen, die schwer zu Stuhle gehen (§. 564.). Schmerz, Schweiß, Angst und Ermattung begleiten dann die größeren Anstrengungen.

Krankhafte Verhältnisse der Harnröhre weisen bisweilen dem Urin einen anderen Ausweg, als gewöhnlich, an. Reicht sie nicht bis zur Spitze der Eichel, sondern hört sie schon früher als geschlossener Gang auf und setzt sich dann nur als Halbrinne fort (Hypospadie), so gelangt ein Theil des Harnes an die Haut des Hodensackes und ätzt sie nicht selten an. Verläuft die Harnröhre an der obern Seite des Gliedes (Epispadie), so weist sie ebenfalls dem Urin einen unrechten Weg an. Seitenöffnungen, die nach mancherlei Krankheiten zurückbleiben können, verursachen ähnliche Störungen.

Ist die Harnröhre durch den unpassenden Gebrauch des Katheters oder aus anderen Ursachen zerrissen worden, so dringt der Harn in die Maschenräume des benachbarten Zellgewebes. Unglücksfälle der Art ereignen sich häufig bei Männern. Der Urin verbreitet sich dann allmählig in dem Gliede, dem Hodensacke, dem Damme und den übrigen Nachbargebilden, dehnt sie aus und reizt sie auch auf chemischem Wege, so daß Entzündung, Eiterung und Brand binnen nicht langer Zeit nachfolgen. Man verhütet wenigstens diese nachträglichen Uebel, wenn man der Flüssigkeit einen Ausweg durch Hauteinschnitte bereitet.

1575 Harnmenge. — Sie wechselt nicht bloß mit der Verschiedenheit der Personen, sondern auch mit der Mannigfaltigkeit der Zustände und der genossenen Speisen und Getränke. Es ist unter diesen Verhältnissen fast unmöglich, die Grenzwerthe, die einem gewissen Alter zukommen, in annähernder Weise mit Sicherheit festzustellen. Sie liegen ungefähr nach Lecanu zwischen 743 und 2271 Grm. für 24 Stunden. Die Mittelzahl beträgt hiernach 1268 Grm. Dieses nähert sich auch älteren und neueren Angaben der Art. Ich sonderte z. B. im Durchschnitt von drei Tagen 1447,7 Grm. aus. Lehmann[1]) kam auf 1057,8 Grm. unter gewöhnlichen Verhältnissen und auf 909 bis 1202,5 Grm. bei manchen einseitigen Nahrungsweisen.

1576 Legen wir den Werth 1268 Grm. zum Grunde und nehmen an, daß

---

[1]) Lehmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 16 — 18.

beide Nieren im Durchschnitt 268,78 Cubikcentimeter Rauminhalt besitzen (§. 1425.), so ergiebt sich, daß täglich im Mittel 1 Cubikcentimeter von ihnen 4,718 Grm. Harn liefert. Beträgt ihre Absonderungsfläche 9,047 Quadratmeter, so würde 1 Quadratcentimeter nur 0,014 Grm. Urin in 24 Stunden erzeugen. Die Ausschwitzung wäre hiernach an den einzelnen Punkten der Harnkanälchen so unbedeutend, daß man sie selbst nicht leicht mit dem bewaffneten Auge verfolgen könnte.

1577 Physikalisch-chemische Eigenschaften des Harns. — Der große Wassergehalt des Urins bedingt es, daß ihm immer eine verhältnißmäßig geringe Eigenschwere zukommt. Sie schwankt im Allgemeinen zwischen 1,004 und 1,050 und hängt nicht bloß von der Menge des festen Rückstandes, sondern auch von der Art, wie dieser zusammengesetzt ist, ab. Becquerel [1]) nimmt 1,0189 als das gewöhnliche Mittel des Mannes und 1,0151 als das der Frau an.

Manche Forscher, wie Henry und Becquerel [2]) haben versucht, Tabellen, nach denen aus der Eigenschwere des Harns auf dessen festen Rückstand geschlossen werden kann, zu entwerfen. Diese Bemühungen können schon keinen ganz sicheren Boden aus dem oben angeführten Grunde besitzen. Die Eigenschwere eines und desselben Harnes wechselt auch, je nachdem er kürzere oder längere Zeit steht, weil Wasser, Ammoniak und andere flüchtige Verbindungen davongehen. Es frägt sich aber, ob dabei das absolute Gewicht des festen Rückstandes in gleichem Maaße abnimmt.

1578 Der frische gesunde Harn des Menschen reagirt in der Regel sauer — eine Eigenthümlichkeit, deren Ursache uns später (§. 1600.) beschäftigen wird. Diese Norm stößt jedoch nicht selten auf Ausnahmen, weil die Art der genossenen Nahrungsmittel wesentliche Veränderungen nach sich zieht. Ein bedeutender Reichthum an kohlensaueren Alkalien z. B. macht ihn oft genug alkalisch. Steht der sauere Urin längere Zeit, so entbindet er Ammoniak. Die Abtritte entwickeln daher häufig einen deutlichen Geruch nach kaustischem Salmiakgeist.

1579 Schleim, Epithelialzellen und andere Fremdgebilde sind nicht selten dem Urine beigemengt. Sie machen aber im Ganzen nur unbedeutende Mengen unter regelrechten Verhältnissen aus. Was von einzelnen Chemikern als Schleim aufgeführt ist, besteht oft aus unreinen Absätzen der verschiedensten Art.

1580 Das Wasser des Harnes schwankt ungefähr zwischen 92,8 und 98%. 94,6 % läßt sich als ungefähre Mittelzahl annehmen. Diese geringe Dichtigkeit und die bedeutenden absoluten Mengen haben zur Folge, daß gewöhnlich der Harn eine der vorzüglichsten Abzugsquellen des Wassers bildet.

Nehmen wir meinen Körper als Beispiel. Entleerte ich täglich im Durchschnitt 1447,7 Grm. Urin im Mittel von drei Beobachtungstagen (§. 1575.) und schreibt man diesem einen Wassergehalt von 94,6% zu, so

---

[1]) A. Becquerel, Der Urin im gesunden und krankhaften Zustande chemisch-physikalisch und semiotisch-diagnostisch betrachtet. Deutsch bearbeitet von E. Neubert. Leipzig, 1842. 8. S. 95.

[2]) Becquerel, ebendaselbst S. 12. 14. Vgl. F. Simon's Archiv. Bd. I. S. 343.

erhält man 1369,5 Grm. Verlor ich aber stündlich im Durchschnitt 15,18 Grm. Wasser aus den Lungen und 29,998 Grm. durch die Haut (§. 1404.), so giebt dieses nur 1084,3 Grm. für 24 Stunden.

1581 Starke Schweiße und andere Ursachen können auch dieses Uebergewicht des Urins aufheben, weil er dann auf Kosten der Hautausdünstung sparsamer und dichter wird. Ist aber selbst dieses der Fall, so gehen immer noch mit ihm beträchtliche Wassermengen aus dem Körper.

1582 Die Speisen und vorzüglich die Getränke ändern die Urinmasse am sichtlichsten. Haben wir viel Wasser, Thee, Kaffe, Bier oder Wein genossen, so entleeren wir binnen Kurzem mehr Harn. Er ist auch in der Regel wäßriger und hat dann bisweilen die Neigung, größere Salzmengen abzuführen. Viele Alkalisalze und manche organische Körper vermehren ebenfalls die Harnmenge. Erhöht sich die Thätigkeit des gesammten Organismus, ohne daß es zur Schweißbildung kommt, so giebt sich das Gleiche kund. Durchfälle, Speichelflüsse und ähnliche Verstärkungen anderer Absonderungswerkzeuge können gleich dem Schweiße dem Urin entgegenwirken.

1583 Es läßt sich unter diesen Verhältnissen schwer bestimmen, wie die Einflüsse des Geschlechtes, des Alters, der Jahres- und der Tageszeit auf den Wassergehalt des Urins wirken. Lecanu erhielt 96,9% Wasser als Durchschnittszahl des Harnes von 4 Männern und 97,5% für 4 Frauen. Becquerel[1]) fand, daß im Mittel ein Mann 1227,8 Grm. und eine Frau 1337,5 Grm. Wasser in 24 Stunden abführt. Das weibliche Geschlecht schiene hiernach im Allgemeinen den proeentigen, wie den absoluten Mengen nach bevorzugt zu sein.

Die Verschiedenheit des Alters zeigte bis jetzt noch keine sicheren Unterschiede. Lecanu fand z. B. 96,1% für einen 3jährigen, 94,8% für einen 8jährigen Knaben und 95,3 bis 95,9 für Greise. Ein 19jähriges Mädchen ergab 94,1 bis 95,3% und eine 28jährige Frau 92,8 bis 93,0%.

1584 Der Morgenharn ist im Allgemeinen dichter, als der, der im Laufe des Tages gelassen wird, weil keine neue Wasserzufuhr während des Schlafes eingreift und er sich auch längere Zeit in der Blase angesammelt hat. Seine absoluten Mengen fallen meist bedeutend aus. Da die Sommerhitze den Wasserverlust der Haut verstärkt, so harnen wir auch dann oft weniger, als im Winter. Die reichlichere Einnahme von Getränken kann jedoch Unterschiede der Art mit Leichtigkeit verwischen.

1585 Hungert ein Mensch, so vermindert sich zwar bald die Menge seines Harnes. Die Absonderung selbst hört aber bis zum Tode nicht auf. Die Wassermengen, die hierbei entleert werden, müssen dann gleich denen der Lungen- und Hautausdünstung aus den Körpertheilen selbst stammen. Die Speisen und Getränke liefern sie unter regelrechten Verhältnissen. Es kann hierbei leicht vorkommen, daß das Gewicht des Harnes eines Menschen größer, als das der genossenen Getränke ausfällt. Wir dürfen aber

---

[1]) Becquerel, a. a. O. S. 6.

nicht vergessen, daß die festen Speisen im günstigsten Falle lufttrocken sind und daher immer noch bedeutende Wassermengen zuführen.

Ich nahm im Durchschnitt während dreier Tage 2924 Grm Speise und Trank innerhalb 24 Stunden zu mir und verlor 1084,3 Grm Wasser durch die Lungen- und die Hautausdünstung und 1369,5 Grm. durch den Harn. Sollten diese Wassermengen gedeckt werden, so mußten meine Nahrungsmittel 83,92% Wasser im Durchschnitt führen. Bedenken wir, daß die gewöhnlichen Speisen, wie trockenes Brod 43 bis 45% und die Kartoffeln und das Rindfleisch 74 bis 76% Wasser enthalten, so ergiebt sich von selbst, daß das daneben eingeführte Wasser der Getränke, der Brühen, des Kaffes und des Weines jenen mittleren gefoderten Gehalt mit Leichtigkeit erzeugen kann.

1586 Der Harnstoff bildet den vorzüglichsten organischen Bestandtheil des Urins. Denn er besitzt, wie wir sahen, den größten Gehalt an Stickstoff und nimmt in der Regel die bedeutendsten Mengen von den regelrechten Bestandtheilen des festen Harnrückstandes in Anspruch. Er zeichnet sich noch von chemischem Standpunkte dadurch aus, daß er zu den wenigen organischen Verbindungen, die sich auf künstlichem Wege erzeugen lassen, gehört [1].

1587 Der Versuch, den Harnstoff abzuscheiden und seinen Mengen nach zu bestimmen, stößt auf große Schwierigkeiten. Die älteren Methoden, ihn als kleesaueren oder salpetersaueren Harnstoff zu fällen, geben keine ganz genauen Werthe. Bestrebt man sich, vollkommen reine Niederschläge zu bereiten, so findet man eher zu wenig, als zu viel Harnstoff. Wiegt man unreine Verbindungen, so verfällt man in den umgekehrten Fehler. Da aber der größte Theil der Harnstoffbestimmungen, welche die Wissenschaft in neuerer Zeit erhalten hat, auf diesen und ähnlichen Scheidungsverfahren beruht, so ergiebt sich von selbst, daß höchstens die Zahlen, die aus solchen Bemühungen hervorgegangen sind, eine gewisse allgemeine Gültigkeit haben, nicht aber im Einzelnen mit Sicherheit gebraucht werden können.

1588 Heintz [2]) und Ragsky [3]) schlugen daher einen anderen Weg ein. Man versetzt den Harn mit Schwefelsäure, kocht ihn und sucht so den Harnstoff in kohlensaueres Ammoniak überzuführen. Die Mischung wird mit Wasser ausgezogen und das Ammoniak auf dieselbe Weise, wie bei der Ermittelung des Stickstoffgehaltes der organischen Körper (§. 371.), bestimmt. Da aber nicht selten der frische Urin Ammoniak führt und wahrscheinlich auch andere seiner organischen Stoffe Ammoniakverbindungen unter dem Einflusse der Schwefelsäure erzeugen, so muß man jedenfalls durch Nebenversuche das ursprünglich erhaltene Ergebniß verbessern. Künftige Erfahrungen haben noch festzustellen, bis zu welchem Grade von Genauigkeit man unter diesen Verhältnissen vordringen kann. Die Bemühungen der genannten Forscher, schärfere Verfahrungsweisen aufzufinden,

---

[1]) J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Vierte Auflage. Bd. IX. Dresden und Leipzig, 1840. 8. S. 441.

[2]) Heintz, in Poggendorff's Annalen. Bd. LXVI. und in Heller's Archiv. 1846. S. 151 — 161.

[3]) Ragsky, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVI. und in Heller's Archiv. 1846. S. 161 — 163.

verdienen jedenfalls die vollständigste Beachtung. Die Physiologie ist aber vorläufig noch aus Mangel an Thatsachen genöthigt, sich an die älteren Angaben zu halten.

1589 Zieht man das Mittel aus den von Berzelius, Lecanu, F. Simon und Lehmann mitgetheilten Analysen des gesunden Harnes, so ergiebt sich, daß er im Durchschnitt 2,21% Harnstoff auf 5,416% festen Rückstandes führt. Jener macht unter diesen Verhältnissen $^2/_5$ der gesammten dichten Stoffe aus. Die gewöhnlichen Schwankungen liegen zwischen $^1/_3$ und $^1/_2$.

1590 Entleert dann der Mensch im Durchschnitt 1268 Grm. Urin in 24 Stunden, so führt er in ihm 28,023 Grm. Harnstoff aus. Da dieser 46,73% Stickstoff enthält (§. 395.), so ergiebt sich, daß die mittlere tägliche Menge dieses Körpers 13,095 Grm. beträgt. Sie gleicht mithin $^1/_4$ bis $^1/_5$ des gesammten festen Rückstandes.

1591 Nahm Lehmann[1]) 12 Tage lang rein thierische Kost und genoß er die letzten vier Tage nur rohe oder gesottene Eier, so entleerte er 53,198 Grm. Harnstoff. Diese enthielten 24,86 Grm. Stickstoff, die eingenommenen Eier dagegen 30,16 Grm. Der Harnstoff allein führte daher $^4/_5$ dieses Körpers ab.

1592 Die Nahrungsweise, die Thätigkeiten und manche andere Verhältnisse ändern die procentigen und die absoluten Mengen des Harnstoffes. Da der Umsatz der eigenen Körpergebilde bei Verhungernden fortdauert und hierbei stickstoffreiche Ueberreste zu Stande kommen (§. 461.), so enthält noch der Urin von Menschen, die längere Zeit Nichts genossen haben, Harnstoff. Die Erfahrungen von Lassaigne haben diesen Schluß bestättigt.

1593 Verzehren wir stickstoffreiche Nahrungsmittel, so vergrößert sich auch die relative und die absolute Harnstoffmenge des Urins. Die vergleichenden Beobachtungen von Lehmann[2]) können diese auch sonst bestättigte Erfahrung anschaulich machen. Er beschränkte sich 14 Tage lang auf die nöthigste gewöhnliche Nahrung, machte sich täglich zwei Mal eine Stunde lang Bewegung im Freien und hütete sich vor hitzigen Getränken und geistiger Anstrengung. Er verzehrte in einer zweiten Versuchsreihe rein thierische Kost und die vier letzten Tage nur Eier, nahm in einer dritten 12 Tage lang bloße Pflanzenspeisen zu sich und erhielt sich in einer vierten 3 Tage lang[3]) von stickstofflosen Körpern, und zwar von auskrystallisirtem Rohrzucker und Milchzucker. Es ergab sich dann:

---

[1]) Lehmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 17.

[2]) Lehmann, Ebendaselbst. S. 16 — 18.

[3]) C. G. Lehmann. Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. S. 335 — 337.

Nahrungsweise.	Dauer der Versuchsreihe in Tagen.	Mittlere Werthe der				
		procentigen Menge des Harnstoffes.	Absolute 24stündige Menge in Grammen			
			des Harnes.	des festen Rückstandes.	des Harnstoffes.	Verhältniß des Harnstoffes zu dem festen Rückstande.
Gemischte Kost . .	14	2,886	1125,620	67,820	32,498	1 : 2,09
Rein thierische Nahrung	12	4,124	1289,940	87,440	53,198	1 : 1,64
Rein pflanzliche Kost	12	2,322	968,235	59,235	22,481	1 : 2,64
Stickstofffreie Nahrung	3	1,108 am Morgen des 4ten Tages.	--	41,680	15,408	1 : 2,71

Diese Unterschiede kehrten sogar in den Grenzwerthen der absoluten Harnstoffmengen wieder. Die Minima und die Maxima fielen immer noch größer bei rein thierischer, als bei gewöhnlicher gemischter und bloß pflanzlicher Nahrung aus.

1594 Die Körperbewegung, die den Umsatz der Muskelgebilde erhöht, vergrößert auch die Harnstoffmenge. Entleerte Lehmann im Durchschnitt 32,498 Grm. in 24 Stunden unter gewöhnlichen Verhältnissen, so fanden sich 53,248 bis 45,314 Grm. nach anstrengenden Bewegungen.

1595 Manche Arzneien scheinen in ähnlicher Weise zu wirken. Mayerhofer [1]) giebt an, daß sein Harn 7,26% Harnstoff unter gewöhnlichen Verhältnissen enthielt. Nahm er dagegen längere Zeit Brechweinstein, so stieg dieser Werth auf 10,42%.

1596 Wollte man bestimmen, wie die Einflüsse des Alters und des Geschlechtes auf die Bildung des Harnstoffes wirken, so wären hierzu ausgedehnte statistische Untersuchungsreihen nothwendig. Die Wissenschaft besitzt aber noch keine Mittheilungen, welche diesen Foderungen genügten. Lecanu und Becquerel haben in dieser Hinsicht Beobachtungen veröffentlicht, die nur kleine Reihen von Untersuchungen umfassen. Es ergab sich hierbei:

---

[1]) Mayerhofer, in Heller's Archiv. 1846. S. 342.

Personen.	Mittlere tägliche Harnstoffmenge in Grm.			Zahl der Beobachtungstage.	Zahl der Individuen.	Beobachter.
	Maximum.	Minimum.	Mittel.			
Männer . . .	33,050	23,155	28,0525	12	5	Lecanu.
Frauen . . .	28,307	9,926	19,1165	12	2	»
Männer . . .	—	—	17,537	—	4	Becquerel.
Frauen	—	—	15,582	—	4	
Greise	12,264	3,956	8,1105	—	2	Lecanu.
8jähriges Kind .	16,464	10,478	13,471	—	1	»
4jähriges Kind .	5,300	3,710	4,505	—	1	»

Männer liefern hiernach mehr Harnstoff, als Frauen, und Greise geringere Mengen, als Personen mittleren Alters.

Da der Harnstoff ein Gegenstück der Kohlensäure, die wir durch die Lungen und die Haut verlieren, bildet, so wäre es wünschenswerth, zu ermitteln, wie viel Harnstoff täglich auf ein Kilogramm Körpergewicht kommt. Lecanu hat zwar das Alter, nicht aber die Körpermasse der von ihm geprüften Personen angegeben. Will man sich aber wenigstens vorläufig einen ungefähren Ueberblick verschaffen, so kann man nur die mittleren Quetelet'schen Körpergewichte mit den mittleren Lecanu'schen Zahlen vergleichen. Es ergäbe sich hiernach:

Individuum.	Mittleres Alter in Jahren.	Mittleres Körpergewicht in Grm. nach Quetelet.	24stündige mittlere Harnstoffmenge		Zahl der beobachteten Individuen.
			im Ganzen in Grm.	für 1 Kilogr. Körpergewicht.	
Mann	35,2	68,853	28,217	0,41	5
Frau	22,0	54,708	17,292	0,32	2
Greis	85,5	61,220	8,1105	0,13	2
8jähriger Knabe .	8,0	22,260	13,471	0,61	1
4jähriger Knabe .	4,0	15,070	4,505	0,30	1

Der Harnstoff verhielte sich bei dem 7jährigen Knaben, den erwachsenen Menschen und dem Greise, wie die Kohlensäure, d. h. seine Menge nähme mit den Jahren ab. Die Frau lieferte in dieser Hinsicht weniger, als der Mann. Der 4jährige Knabe dagegen machte eine Ausnahme von dieser Norm. Dieses würde mit der noch zu prüfenden Angabe von Lecanu, daß der Harnstoff in dem Urine kleiner Kinder mangele, stimmen. Künftige Erfahrungen müssen jedoch noch hier die näheren Verhältnisse feststellen.

Die Beobachtungen von Marchand, F. Simon und Lehmann lehrten, daß sich Spuren von Harnstoff in dem gesunden Blute finden. Rotteten Prevost und Dumas die Nieren aus, so stieg die Menge desselben so sehr, daß sie diese Forscher in procentigen Werthen, wenigstens nach den damals üblichen Verfahrungsweisen, angeben zu können 1597

glaubten. Sie erhielten 1,042% für die Katze und mehr als 0,833% für den Hund. Es erklärt sich hieraus leicht, weshalb nicht selten Harnstoff unter regelwidrigen Verhältnissen in den einzelnen Absonderungen oder in krankhaften Ausschwitzungen angetroffen wird.

Ich bemerkte ihn z. B. in dem Blute, das sich in Folge einer Rückenmarksapoplerie ergossen hatte und in einzelnen wassersüchtigen Ausschwitzungen der Brust- und der Unterleibshöhle. Rees [1]) fand ihn in dem Blutserum aus der Pleura und dem Hodensacke, in der Flüssigkeit der Gehirnwassersucht und in der Bright'schen Krankheit und Nysten und Barruel in urinartigen Massen, die durch Erbrechen entleert worden waren. Wir haben schon früher (§. 1510.) gesehen, daß er auch nicht selten in dem Speichel vorhanden ist. Wassersuchtergüsse enthalten ihn bisweilen in solcher Menge, daß quantitative Bestimmungen möglich werden. Marchand fand auf diese Weise 0,42% und F. Simon 0,12% in der Bauchwassersucht. Die Umsatzverbindung des Harnstoffes, nämlich kohlensaueres Ammoniak (§ 383.) läßt sich ebenfalls bisweilen nach Scherer [2]) in solchen Flüssigkeiten nachweisen.

1598 Die Harnsäure bildet einen verhältnißmäßig kleinen Bestandtheil des gesunden Urins. Das Verfahren, sie durch Mineralsäuren abzuscheiden, stößt auf manche Schwierigkeiten, weil sie sich zum Theil in Wasser und Säuren löst [3]). Man kann im Allgemeinen annehmen, daß sie den bisherigen Untersuchungen nach von 0,052 bis 1,121% schwankt. Das Mittel betrüge 0,096% oder $1/_{23}$ der durchschnittlichen Harnstoffmenge. Ein Mensch, der in 24 Stunden 1268 Grm. Urin entleert, würde hiernach 1,217 Grm. Harnsäure abführen. Da diese aber 34,60% Stickstoff enthält (§. 395.), so gehen mit ihr 0,421 Grm. oder $1/_{31}$ dessen, was der Harnstoff im Durchschnitt austreten läßt, fort.

1599 Man weiß noch nicht mit Bestimmtheit, wie die äußeren Verhältnisse auf die Bildung der Harnsäure wirken. Betrachten wir die procentigen und die absoluten Mengen, die sich aus Lehmann's über die täglichen Werthe angestellten Beobachtungen ergeben, so erhalten wir 0,105% und 1,183 Grm. für gemischte, 0,115% und 1,478 Grm. für rein thierische, 0,107% und 1,021 Grm. für bloße Pflanzenkost und 0,735 Grm. für den ausschließlichen Genuß von Zucker. Künftige Erfahrungen müssen noch feststellen, ob immer die Harnsäuremenge mit der Einfuhr von stickstoffreichen Körpern steigt und wie in dieser Hinsicht die Nebenverhältnisse einwirken.

1600 Der Zustand, in dem die Harnsäure in dem Urin enthalten ist, hat die Chemiker lange beschäftigt. Einige nahmen an, daß sie frei, Andere, daß sie mit Ammoniak oder sonst gebunden wäre. Liebig [4]) machte auf eine Thatsache, die er gleichzeitig auf die Reaction des Harnes anwandte, aufmerksam. Zweibasisch-phosphorsaueres Natron nimmt Hippursäure in der Kälte und Harnsäure in der Wärme auf. Die Flüssigkeit reagirt sauer, wenn in ihr eine hinreichende Menge von Harnsäure aufgelöst worden und schlägt einen Theil von ihr bei dem Erkalten nieder. Säuren

[1]) Rees, in Guy's Hospital Reports. Vol. V. London, 1840. 8. p. 162 — 166.
[2]) Scherer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. XLII. 1842. 8. S. 195.
[3]) Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht über Biologie. Erlangen, 1844. 4. Seite 158. Heintz, in Müller's Archiv. 1846. S. 383.
[4]) Liebig, in den Annalen der Pharmacie. Bd. L. Heidelberg, 1844. S. 177.

erzeugen neue Fällungen in dem Filtrate. Da nun diese Eigenschaften in dem Harne wiederkehren und phosphorsauere Alkalien in ihm vorkommen, so läßt sich nach Liebig annehmen, daß auch hier ähnliche Verhältnisse eingreifen.

1601 Die künstliche Lösung der Harnsäure in gewöhnlichem phosphorsaueren Natron gelingt leicht bei dem Kochen. Die Fällung, die dann bei dem Erkalten zum Vorschein kommt, zeigt mir bisweilen unter dem Mikroskope runde Gebilde, die von Kreisringen umgeben waren. Heintz [1]) suchte auch auf diesem Wege eine Reihe von Sedimentbildungen des Harnes durch Versuche zu erläutern.

1602 Die Hippursäure tritt in reichlicher Menge in dem Urin von Pflanzenfressern, z. B. von Pferden, auf. Ihre Bildung wird vermuthlich durch eine stickstoffreichere Nahrung und lebhafte Körperthätigkeit begünstigt. Liebig glaubte annehmen zu können, daß Pferde, die arbeiten, des Umsatzes der stickstofflosen Körpergebilde wegen, Hippursäure, sonst dagegen eher die stickstofflose Benzoesäure statt ihrer bereiteten. Die Erfahrungen von Bibra stellen diese Ansicht in Zweifel.

1603 Man wußte schon früher [2]), daß sich Hippursäure in dem Urin kleiner Kinder findet. Liebig [3]) stieß in dem Menschenharne auf eine Verbindung, die 59,47% Kohlenstoff und 5,15% Wasserstoff enthielt. Wir haben aber gesehen (§. 395.), daß die krystallisirte Hippursäure 59,91% Kohlenstoff und 4,96% Wasserstoff führt. Nimmt ein Mensch Benzoesäure, Zimmetsäure oder Zimmetöl [4]), so tritt Hippursäure in seinem Urin auf.

1604 Der Harnstoff, die Harnsäure und die Hippursäure bilden drei Verbindungen, in denen der Stickstoffgehalt in der aufgezählten Reihenfolge sinkt (§. 395.). Die Hippursäure führt nur 7,82% dieses Körpers. Die Benzoesäure scheint statt ihrer aufzutreten, wenn noch Kohlenstoff und Wasserstoff und kein Stickstoff übrig bleibt.

1605 Viele Forscher betrachteten die Milchsäure als einen regelmäßigen Bestandtheil des gesunden Harnes. Liebig [5]) dagegen suchte sie vergeblich in dem frischen, wie in dem faulenden Urin. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß hier ein Körper vorhanden ist, der ein krystallinisches Salz mit Zinkoxyd bildet.

1606 Während nun einzelne Chemiker diese Verbindung für milchsaueres Zinkoxyd hielten und auch aus den Reactionsweisen auf Milchsäure schlossen, bemühten sich Pettenkofer [6]) und Heintz [7]), diesen Körper näher zu prüfen. Er wäre nach ihnen eine eigenthümliche stickstoffhaltige Säure. Heintz konnte nur 0,5 Grm. aus 50 Kilogramm frischen Harnes, mithin

---

[1]) Heintz, in Müller's Archiv. 1845. S. 230 — 261.
[2]) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. Leipzig, 1842. 8. Seite 368.
[3]) Liebig, a. a. O. S. 171.
[4]) R. Marchand. Lehrbuch der physiologischen Chemie. Berlin, 1844. 8. S. 313.
[5]) Liebig, a. a. O. S. 165.
[6]) Pettenkofer, in Heller's Archiv. 1845. S. 124 — 126.
[7]) Heintz, ebendaselbst. 1844. S. 264 — 266.

0,002% gewinnen. Die Forscher, welche die Zinkverbindung für Milchsäure ansahen, kamen zu weit größeren Werthen. Pettenkofer[1]) glaubt in der That, daß sie ungefähr 0,5% in dem Morgenharne ausmacht.

1607 Hält man sich z. B. an die Angaben von Lehmann, so entleerte er täglich 2,625 Grm. Milchsäure bei gemischter, 2,167 Grm. bei reiner Fleischnahrung und 2,531 Grm. nach dem bloßen Genusse von Pflanzenspeisen. Die mittleren procentigen Werthe glichen in diesen drei Fällen 0,233, 0,168 und 0,261%. Die nähere Entscheidung der ganzen Frage muß der Zukunft überlassen bleiben.

1608 Dieselbe Unbestimmtheit haftet noch dem Farbestoffe, dem Omichmyloxyd und den sogenannten Extractivstoffen des Harnes an. Die letzteren wechseln nach Scherer in ihrer Zusammensetzung in wesentlicher Weise und bilden vermuthlich Gemenge verschiedenartiger Verbindungen. Was den Farbestoff betrifft, so wird er sich wahrscheinlich unmittelbar aus dem Blute darstellen lassen. Kochte ich Blutserum des Kalbes oder des Schaafes zwei Mal, filtrirte es beide Mal und ließ es dann durch Pferdeplenra dringen, so trat eine Flüssigkeit hervor, die an einen etwas dunkler gefärbten Harn erinnerte.

1609 Die feuerbeständigen Salze bilden einen bedeutenden, jedoch in hohem Grade wechselnden Theil des festen Rückstandes. Lehmann[2]) erhielt 1,361% und 15,314 Grm. als Mittel für 24 Stunden unter den gewöhnlichen Verhältnissen. Chambert[3]), der im Durchschnitt täglich 1034,375 Grm. Harn entleerte, fand in ihm 14,854 und mithin 1,436% Asche. Die Mittelwerthe von Lecanu sind 16,88 Grm. für Männer, 14,38 Grm. für Frauen, 8,05 Grm. für Greise und 10,05 Grm. für Kinder.

1610 Enthält die Nahrung reichliche Mengen von Salzen, die in das Blut aufgenommen werden, so steigt auch die Masse der feuerfesten Bestandtheile des Harnes. Hieraus erklärt sich, weshalb im Durchschnitt Chambert 0,938% und 4,201 Grm. Asche für den Morgenharn und 1,697% und 4,640 Grm. für den nach dem Genusse von Speisen entleerten Urin erhielt.

1611 Die einzelnen Bestandtheile der Aschenverbindungen wechseln ebenfalls mit Verschiedenheit der Nahrungsweise. Man besitzt zwar in dieser Hinsicht eine nicht unbedeutende Reihe von Einzelbeobachtungen. Da aber häufig die Untersuchungen unvollständiger, als man dieses von Analysen unorganischer Mischungen verlangen kann, angestellt sind und die Vertheilung der Säuren an die Basen von der Willkühr der Forscher abhing, so hat man hier nur einige sicherere, sonst aber nur zweifelhafte Ergebnisse gewonnen.

1612 Der Harn der Fleischfresser, der meist sauer ist, führt in der Regel bedeutendere Mengen phosphorsauerer Verbindungen, als der der Pflanzen=

---

[1]) Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. 1845. S. 129.
[2]) Lehmann, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. 1844. 8. Seite 16.
[3]) Chambert, in Heller's Archiv. 1846. S. 362. 363.

fresser, der alkalisch zu reagiren pflegt. Diese Verbindungen fehlen aber auch nicht immer, wie von einzelnen Chemikern behauptet worden, den Thieren, die sich von Gewächsen erhalten. Der Menschenharn besitzt sie, wie es scheint, immer. Sie schwanken aber in ihm in nicht unbedeutenden Grenzen.

1613 Bence Jones[1], der diese Salze nach einem Annäherungsverfahren zu bestimmen suchte, giebt an, daß die phosphorsaueren Erden kurz nach der Essenszeit von 0,191% und 0,007%, später dagegen von 0,075 bis 0,021% wechseln. Die alkalischen Phosphate dagegen liegen zwischen 0,810 und 0,650%, wenn der Mensch längere Zeit Nichts genossen, sich aber dafür kurz vorher Körperbewegung gemacht hat. Fand das Letztere nicht Statt, so bilden 0,667% und 0,472% die Grenzwerthe.

Die phosphorsaueren Erdverbindungen verkleinern sich hiernach mit dem Hungern bedeutend. Ihre Mengen hängen aber nicht in sichtlicher Weise davon ab, ob der Mensch Brod oder Fleisch genießt. Nimmt er bloß Wasser und Brod zu sich, so sinken sie unter das gewöhnliche Mittel.

Brodnahrung erhöht nach Benee Jones die phosphorsaueren Alkalien am meisten. Fleischspeisen vermindern sie eher. Sie fallen in noch höherem Grade, wenn Fleisch und Brod gleichzeitig verzehrt werden.

Die Körperbewegung vergrößert nach ihm die Menge der phosphorsaueren Alkalien, nicht aber die der phosphorsaueren Erden. Doch greift in dieser Hinsicht die Nahrungsweise kräftiger, als die eben erwähnte Ursache ein.

1614 Diese Angaben stimmen nur theilweise mit den Ergebnissen, die Lehmann[2] mitgetheilt hat. Er fand 0,326% und 3,673 Grm. phosphorsaueres Natron als durchschnittliche tägliche Menge, wenn er die gewöhnliche Lebensweise einhielt. Unausgesetzte Fleischdiät dagegen führte zu 0,420% und 5,421 Grm. Die Erdphosphate betrugen 0,097% und 1,097 Grm. in dem ersteren und 0,276% und 3,562 Grm. in dem letzteren Falle. Bedeutende Körperanstrengungen ergaben 0,428% und 4,598 Grm. für die phosphorsaueren Alkalien und 0,103 und 1,105 Grm. für die phosphorsaueren Erden. Das angewandte Verfahren bedingt wahrscheinlich den Unterschied der Resultate dieser beiden Chemiker.

1615 Ein Theil der phosphorsaueren Verbindungen, die mit dem Harne davongehen, wird schon in dieser Form oder als Phosphate überhaupt mit den Nahrungsmitteln eingeführt. Es ist aber möglich, daß sich erst eine gewisse Menge derselben in dem Organismus erzeugt. Die Proteinkörper führen Phosphor und Schwefel oder einen dieser Stoffe als Nebenbestandtheil. Diese gehen leicht in höhere Orydationsstufen bei der Elementaranalyse über. Es kann sich auf diesem Wege Phosphor- und Schwefelsäure erzeugen und mit alkalischen oder erdigen Basen verbinden.

---

[1] Bence Jones, in den Philosophical Transactions for the year 1845. London, 1845. 4. p. 335 — 343.
[2] Lehmann, a. a. O. S. 16. 17.

1616 Kohlensauere Verbindungen können in ähnlicher Weise in dem Harne zum Vorschein kommen. Wurden organischsauere Salze eingeführt, so verbrennen sie in der Regel zu kohlensaueren. Die Elementaranalyse anderer organischer Verbindungen erzeugt immer Kohlensäure. Kann diese nicht mit der Lungen- und Hautausdünstung entfernt werden, so bildet der Harn den natürlichsten Ausweg. Die Aufnahme der Kohlensäure kann noch durch die Anwesenheit der basisch-phosphorsaueren Salze begünstigt werden, denn diese binden große Mengen von Kohlensäure, die ihnen dargeboten werden.

1617 Es läßt sich noch nicht nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen bestimmen, von welchen Verhältnissen die Mengen der schwefelsaueren Alkalien abhängen. Man kann nur vermuthen, daß sich in dieser Hinsicht ähnliche Einflüsse wie für die phosphorsaueren Salze geltend machen werden. Zieht man das Mittel aus den früher (§. 1589.) genannten älteren Analysen, so würde im Durchschnitt der Menschenharn 0,337% schwefelsaueres Kali und 0,316% schwefelsaueres Natron führen. Die täglichen Mittelmengen würden hiernach 4,273 und 4,007 Grm. betragen. Lehmann giebt größere Werthe, nämlich 0,624% und 7,026 Grm. für die gewöhnliche Lebensweise und 0,806% und 10,399 Grm. für reine Fleischkost an. Anhaltende Körperbewegung lieferte [1]) 1,401% und 15,047 Grm.

1618 Der frische Harn mancher Thiere und wahrscheinlich auch des Menschen entbindet nicht selten Kohlensäure (§. 157.). Kohlensauere Salze kommen überdieß in ihm bisweilen vor. Ihre Mengen sind jedoch noch nicht bis jetzt in dem Menschenurine beharrlich untersucht worden.

1619 Die Chlorverbindungen scheinen unter den gewöhnlichen Verhältnissen innerhalb nicht unbedeutender Grenzen zu schwanken. Die Nahrung greift wahrscheinlich auch in dieser Hinsicht am kräftigsten durch. Das Mittel der früher (§. 1589.) erwähnten Analysen führt zu 0,461% und 5,846 Grm. Kochsalz und 0,095% und 1,205 Grm. Salmiak. Lehmann giebt für beide Verbindungen zusammen 0,313% und 3,518 Grm. an. Becquerel [2]) hat nur 0,050% und 0,659 Grm. Chlor oder, wenn man es als Kochsalz berechnet, 0,083% und 1,092 Grm.

1620 Die übrigen unorganischen Stoffe des Harnes sind bis jetzt noch sehr unvollkommen untersucht worden. Da nicht selten das Trinkwasser Salpeter enthält, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß häufig salpetersauere Verbindungen in dem Urine vorkommen werden. Dasselbe gilt von der Kieselsäure. Geht auch der größte Theil von ihr, wenn sie in beträchtlicher Menge eingeführt worden ist, mit dem Kothe ab, so löst sich doch eine gewisse Menge auf, um sich in dem Harne und selbst in den bleibenden Körpergeweben abzusetzen. Berzelius [3]) giebt 0,003% für den Menschenharn an. Ihre durchschnittliche tägliche Menge betrüge hiernach 0,038 Grm. Die übrigen Chemiker berücksichtigten diese Verbindung we-

[1]) Lehmann, a. a. O. S. 21.
[2]) Becquerel, a. a. O. S. 52.
[3]) J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. IX. Vierte Auflage. S. 459.

niger. Sie findet sich aber wahrscheinlich nicht selten in bedeutenderen Mengen, als oben angeführt worden ist.

1621 Eisen und Mangan lassen sich schon in geringen Spuren unter den gewöhnlichen Verhältnissen nachweisen. Quantitative Bestimmungen mangeln aber noch gänzlich.

1622 Uebergang der Verbindungen der genossenen Nahrungsmittel in den Harn. — Die Schnelligkeit, mit der einzelne in das Blut übergetretene unbrauchbare Verbindungen in dem Harne abgesetzt werden, ist so groß, daß nicht selten ältere Forscher besondere geheime Harnwege, die von dem Magen nach den Nieren überführen sollten, annahmen oder diese Rolle den Saugadern zuschrieben. Die Anatomie weist beide Vermuthungen zurück und die Physiologie giebt eine Erklärung des Ganzen an die Hand. Bedenkt man nämlich, wie schnell die Einsaugung von Flüssigkeiten zu Stande kommt (§. 144.) und wie wenig Zeit die Dauer eines Kreislaufes fodert (§. 1173.), so läßt sich einsehen, weshalb viele Verbindungen binnen Kurzem im Harne auftreten.

1623 Da sich der Urin unter regelrechten Verhältnissen in der Blase sammelt und erst später in größeren Mengen entleert wird, so muß man zu große Zeitwerthe erhalten, wenn man die Einnahme der Nahrungsmittel mit den Bestandtheilen des in der Folge entleerten Harnes vergleicht. Menschen, die an Vorfall der umgestülpten Harnblase (§. 1558.) leiden, eigenen sich schon eher zu solchen Untersuchungen. Man kann hier den Harn tropfenweise, wie er an den Mündungen der Harnleiter hervortritt, auffangen. Es geht daher nur die Zeit, die er zu seiner Wanderung von den Harnkanälchen nach der Blase nöthig hat, verloren.

1624 Stehberger[1]) und Erichsen[2]) benutzten zu diesem Zwecke Knaben, die an der erwähnten Mißbildung litten. Es versteht sich von selbst, daß die persönlichen Verhältnisse, der Zustand der Verdauungswerkzeuge und andere Nebeneinflüsse die Zeitdauer des Uebergangs in den Harn ändern werden. Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Werthe können daher überhaupt nur einen ungefähren Begriff von diesen Erscheinungen liefern. Es fand sich nämlich:

Verbindung	Uebergangszeit in Minuten nach		Stunden, die seit der letzten Mahlzeit verflossen sind nach
	Stehberger.	Erichsen.	Erichsen.
Indigo	15	—	—
Aufguß der Färberröthe	15	16	3¼
Aufguß des Rhabarber	20	22	2¾
Abkochung des Rhabarber	20	31	2½

[1]) Stehberger, in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. II. S. 47—61.
[2]) Erichsen, in the London medical Gazette. 1845. 8. p. 363 u. 411.

Verbindung.	Uebergangszeit in Minuten nach		Stunden, die seit der letzten Mahlzeit verflossen sind nach
	Stehberger.	Erichsen.	Erichsen
Gallussäure	20	—	—
Galläpfeltinctur	—	30 bis 36	$1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$
Abkochung von Campeschenholz . . .	25	19	$4\frac{1}{4}$
Farbestoff der Heidelbeeren	25	19	$4\frac{1}{4}$
Farbestoff der schwarzen Kirschen. . .	45	—	—
Aufguß der Bärenklaue	—	35	$1\frac{3}{4}$
Zusammenziehender Stoff der Bärenklaue	45	—	—
Cassiapulpe	55	—	—
Eisenkaliumcyanür	60	—	—
Hollunderroob	75	—	—

1625 Erichsen giebt überdieß an, daß zu einem großen Theile die Uebergangszeit des Blutlaugensalzes um so rascher erfolgt, je längere Zeit seit der Einnahme der letzten Mahlzeit verstrichen ist. Es fand sich z. B.

Gabe des Blutlaugensalzes in Gramm.	Erstes Erscheinen im Harne in Minuten.	Minuten, die seit der letzten Mahlzeit verflossen sind.
20	1	660
40	2	690
40	2	240
40	$2\frac{1}{2}$	270
40	$6\frac{1}{2}$	90
20	12	120
40	14	60
30	16	24
40	27	2
40	39	2

Citronensäure und weinsteinsauere Salze kommen nach ihm erst innerhalb 28 bis 40 Minuten und später, als kohlensauere zum Vorschein. Diese Angabe bedarf noch, wie wir bald sehen werden, einer näheren Prüfung.

1626 Die Zeit, während welcher die durch den Harn vermittelte Ausscheidung anhält, richtet sich natürlich nach den eingeführten Mengen, den Körperzuständen und manchen anderen Nebenverhältnissen. Stehberger fand $3\frac{3}{4}$ Stunden für Blutlaugensalz, $4\frac{1}{2}$ für Indigo, $6\frac{1}{3}$ für Rhabar-

ber, $7\frac{1}{3}$ für Bärenklaue, $8\frac{3}{4}$ für die Abkochung der Heidelbeeren, 9 für Färberröthe, 11 für Gallussäure und 24 für Cassiapulpe.

1627 Die meisten der eben genannten Verbindungen sind dem regelrechten Harne fremd, weil sie keine Bestandtheile der gewöhnlichen Nahrung ausmachen. Nicht alle Körper aber, die in den Nahrungscanal eingeführt werden, treten mit dem Harne hervor. Die unlöslichen verbleiben natürlich im Kothe. Flüchtige, wie Weingeist, Campher und ähnliche Stoffe, dunsten zum Theil in den Lungen und der Haut ab. Substanzen dagegen, die leicht von dem Wasser des Blutes aufgenommen werden, treten auch bald, wenigstens in größeren Mengen, mit dem Urine aus. Die löslichen Salze, die Farbestoffe, die Riechstoffe und ähnliche organische Verbindungen zeichnen sich hierdurch besonders aus.

1628 Wöhler[1]) hat in dieser Hinsicht eine große Reihe von Körpern geprüft. Eisen, Blei, Weingeist, Schwefeläther, Campher, thierisches Dippelsches Oel und die Farbestoffe der Cochenille, des Lacmus, des Saftgrün und die Alcanna erscheinen nach ihm gar nicht im Harne. Kohlensaueres, chlorsaueres, salpetersaueres und schwefelblausaueres Kali, Eisenkaliumcyanür, Borax, Chlorbarium, Kalisilicat, weinsaueres Nickeloxydkali, die löslichen Farbestoffe des schwefelsaueren Indigo, des Gummigutt, des Rhabarber, des Krapp, des Campeschenholzes, der rothen Rüben, der Heidelbeeren, der Maulbeeren und der Kirschen, die Riechstoffe des Wachholders, des Baldrian, des Stinkasand, des Knoblauchs, des Bibergeils, des Safrans und des Opium und die betäubenden Stoffe des Fliegenschwammes kehren unzersetzt im Harne wieder. Das Schwefelkalium kann auch in ihm wenigstens zum Theil ohne weitere Veränderung auftreten. Kohlensäure würde sich nach Wöhler[2]) nach dem Genusse von kohlensäurehaltigen Getränken nicht zeigen.

1629 Manche Verbindungen werden hierbei reducirt. Eisenkaliumcyanid geht z. B. in Eisenkaliumcyanür über. Ein größerer Theil dagegen verwandelt sich in höhere Oxydationsstufen. Die essigsaueren, weinsaueren, citronensaueren und äpfelsaueren Salze erscheinen als kohlensauere, das Schwefelkalium als schwefelsaueres Kali wieder. Der Schwefel kann sich in Schwefelsäure oder in Schwefelwasserstoff verwandeln. Jod wird oft zu Jodwasserstoff.

1630 Größere Mengen freier organischer Säuren können zum Theil unzersetzt ausgeschieden werden. Dasselbe gilt von manchen Alkaloiden, wie dem Chinin, dem Strychnin, nicht aber nach Lehmann[3]) von organischen Verbindungen, wie dem Caffein, Theobromin, Asparagin, Amygdalin und Phloridzin. Salicin erscheint nach ihm als Salicylwasserstoff. Hatte er Phloridzin genommen, so enthielt der Harn Hippursäure und kleesauere Kalkerde (vgl. §. 1603.).

1631 Die Nebenverhältnisse bestimmen es in hohem Grade, ob einzelne

[1]) Wöhler, in Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie Bd. I. Seite 125 u. 290.
[2]) Berzelius, Lehrbuch der Chemie. Bd. IX. Vierte Auflage. S. 433.
[3]) Lehmann, a. a. O. S. 15.

Verbindungen im Urine vorkommen oder nicht. Eisen, das manche Chemiker vermißten, erscheint nach Becquerel bei Bleichsüchtigen, wenn sie aus diesem Metall bereitete Arzneien genommen haben. Hatte Orfila Thiere mit Gold, Silber, Arsenik, Spießglanz, Zinn, Blei oder Wismuth vergiftet, so fand er diese Körper im Harne wieder. Quecksilber soll nicht in ihn übergehen [1]).

1632 Mancherlei, zum Theil noch nicht erkannte Nebenerscheinungen bestimmen es, ob einzelne Salze, die man innerlich verabreicht hat, wie doppelt weinsaueres Natron-Kali mehr durch den Darm oder die Harnwege entleert werden [2]). Das Jod scheint nach Heller [3]) fast gänzlich im Urine auszutreten. Hat ein Mensch kohlensäurereiche Getränke genommen, so enthält sein Harn nach Donné und Lehmann [4]) kleesauere Kalkerde.

Beschaffenheit des Harns in Krankheiten. — Wechselt schon die Beschaffenheit und die Menge der Harnbestandthelie unter gesunden Verhältnissen in so hohem Grade, daß es fast unmöglich wird, sichere Mittelzahlen zu erhalten, so vergrößern sich noch die Schwierigkeiten, wenn man dasselbe Bemühen auf die krankhaften Zustände ausdehnt. Einzelne Leiden werden im Leben nicht mit Sicherheit erkannt. Die persönlichen Verhältnisse, die Nahrungsweise, der Gebrauch von Arzneien, der Mangel an Körperbewegung und die ungleiche Thätigkeit der verschiedenen Organe erzeugen hier eine fast unübersehbare Menge von Nebenbedingungen. Nur ausgedehnte Beobachtungsreihen, die zu sicheren statistischen Mittelwerthen führen, könnten dann Aufschluß geben. Die Wissenschaft besitzt diese noch nicht. Nur zahlreiche, auf wenige Fälle beschränkte Harnprüfungen liegen bis jetzt vor Alle Angaben können noch in Zukunft durch ausgedehntere Beobachtungen und bessere Untersuchungsarten berichtigt werden.

Die Gesammtmenge des Harnes vergrößert sich in allen Fällen, in denen mehr Flüssigkeit in dem Körper eingeführt oder die Porosität der Nierengewebe auf eine uns noch nicht näher bekannte Weise geändert wird. Alle Leiden, die mit heftigem Durste verbunden sind, und in denen nicht gleichzeitig Schweiße, Durchfälle und andere Ableitungen das Gegengewicht halten, werden deshalb von vermehrter Urinausscheidung begleitet. Sie folgt auch häufig auf heftige Krampfanfälle oder starke Nervenerschütterungen. Wassersüchtige pflegen wenig Urin zu entleeren, wenn sie selbst viel trinken. Fieber und Entzündungen, Herzkrankheiten, Entartungen der Leber und ähnliche Störungen begünstigen im Ganzen ebenfalls nicht die Harnabsonderung.

Die Harnruhr oder der Diabetes gehört zu den Krankheiten, in welchen die größten Massen von Urin abgeführt werden. Bouchardat nimmt an, daß Leidende der Art 5 bis 8 Kilogramm täglich von sich geben. Erreichen auch Manche diese Zahlen nicht, o steigt dafür der Werth in einzelnen seltenen Fällen auf 16 Kilogr. und mehr.

Der Wassergehalt wechselt nicht bloß nach den Bedingungen, die auch für den gesunden Körper eingreifen, sondern unterliegt auch manchen Schwankungen, die von dem Leiden selbst herrühren. Nimmt der Harn mehr feste Stoffe des krankhaften Zustandes wegen auf, gehen in ihn Eiweiß und andere organische Verbindungen oder feuerbeständige Salze über, so wird er auch hierdurch dichter.

Eine Reihe von Beispielen, die wir Becquerel's [5]) Untersuchungen entnehmen, lehrt am Anschaulichsten, in welchem Grade die 24stündige Wassermenge des Harns unter krankhaften Verhältnissen wechselt. Das Mittel, das von je vier gesunden Personen herrührte, glich 1227,779 Grm. für Männer und 1337,489 für Frauen. Ein 33jähriger an Gesichtsrose leidender kräftiger Mann dagegen hatte 763,109 Grm., ein 33jähriger Mann mit acuter Bronchitis 560,741 Grm., eine 43jährige Frau mit Gesichtsrose

---

[1]) Lehmann, a. a. O. S. 13.
[2]) Millon und Laveyran, in Heller's Archiv. 1844. S. 163.
[3]) Heller, ebendaselbst. 1844. S. 30.
[4]) Lehmann, a. a. O. S. 12.
[5]) Becquerel, a. a. O. S. 17 — 19.

und Fieber 512,710 Grm., ein 17jähriges Mädchen, bei dem die Varioloiden unter fieberhaften Erscheinungen ausbrachen, 450,565 Grm. und eine 22jährige Frau, die an Milchfieber litt, 437,688 Grm. Die absolute Wassermenge scheint hiernach in vielen fieberhaften Zuständen abzunehmen.

Andere Krankheiten führen zu nicht unbedeutenden Schwankungen, die mit den zufälligen Nebenverhältnissen zusammenhängen. Ein 60jähriger Mann, der an Lebercirrhose erkrankt war, ergab 678,631 Grm., eine Frau mit Herzkrankheit und Leberentzündung 350,566 Grm., eine Person, die an Tuberkeln und Zehrfieberschweißen, nicht aber an Durchfällen litt und 4 Tage später starb, 471,236 Grm., ein 40jähriger Schlagflüssiger 723,578 Grm, eine Frau mit Magenkrebs, die Alles ausbrach und dem Tode nahe war, 242,205 Grm. Verschiedene Leiden, die im Ganzen mit Verminderung der Harnabsonderung verbunden waren, wie Fieberzustände, Herz- und Leberkrankheiten, übermäßige Schweiße, und der Beginn des Todeskampfes führten im Durchschnitt zu 595,631 Grm. Eine Frau mit Polydipsie dagegen entleerte täglich im Durchschnitt 2956,341 Grm. Wasser in ihrem Harne.

Der procentige Gehalt an Wasser steigt im Allgemeinen mit der absoluten Menge des Harnes. Glich er bei gesunden Frauen im Durchschnitt 97,51%, so betrug er bei der mit Polydipsie 99,24%. Fünf Bleichsüchtige hatten 98,13 bis 99,03%. Ihr Mittel und das blutleerer Personen erhob sich auf 98,28%.

Nimmt man 96,19% als Durchschnittswerth beider Geschlechter mit Becquerel an, so sank er bei Fieberbewegungen, Lungenemphysem und Herzkrankheiten. Denn die Mittelzahlen lagen hier zwischen 95,50 und 95,84%. Eine an Milchfieber leidende Frau bot nur 94,80% dar.

Alle Untersuchungen, die bis jetzt über den Harnstoffgehalt kranker Urine vorliegen, wurden nach den früheren Methoden gemacht (§. 1587.). Fällt man ihn aber durch Salpetersäure, so hängt in hohem Grade die Menge, die man bekommt, von der angewandten Temperatur und dem Reinigungsverfahren ab. Bloße Procentbestimmungen, wie sie überdieß häufig gegeben werden, gestatten nur untergeordnete Schlüsse, weil die absoluten Mengen von denen des Harnes selbst wesentlich abhängen. Es kann daher der procentige Harnstoffgehalt erhöht und nichts desto weniger der absolute vermindert sein.

Dieser Fall tritt nach Becquerel in vielen Fiebern, Entzündungen und überhaupt in den Fällen, wo der in sparsamerer Menge vorhandene Urin mehr feste Bestandtheile führt, specifisch schwerer, dunkeler und sehr sauer ist, ein. Die folgende Tabelle kann uns dieses anschaulicher machen.

Individuum	Zustand.	Procentiger Wassergehalt.	Harnstoff in 100 Theilen		In Grammen ausgedrückte 24 stündige Menge von		
			frischen Urins.	festen Rückstandes	Urin.	Wasser.	Harnstoff
Mittel für beide Geschlechter	Gesund	97,194	1,210	42,96	1319,500	1282,634	16,560
Frau . . .	Milchfieber	95,280	1,884	39,92	459,368	437,688	8,647
Mann . .	Acuter Rheumatism.	97,010	0,896	29,97	884,571	858,124	7,940
Mann . .	Fieber u. Varioloiden	96,664	1,175	35,22	857,129	828,553	10,032
Mann . .	Gesichtsrose	96,535	1,259	36,34	790,500	763,109	9,925
Mann . .	Gesichtsrose	96,189	1,277	33,51	890,635	856,693	11,373
Mann . .	Acuter Gelenk-Rheumatismus	97,159	1,225	43,12	1007,066	978,453	12,356
Mann . .	Acute Bronchitis	96,189	1,049	27,26	583,011	560,740	6,122
Frau . . .	Gesichtsrose	96,189	1,172	30,75	533,074	512,710	6,260
Mittel der genannten Kranken . . .	—	96,402	1,242	34,51	750,669	724,509	9,084

Bedenkt man, daß sich die Zahl der Pulsschläge und der Athemzüge in Fieberkranken vergrößert, und daß nicht selten dieser Sturm durch Aderlässe besänftigt wird, so läßt sich vermuthen, daß sich auch hierbei die Harnstoffmenge verringern werde. F. Simon [1]) führt an, daß ein Mann, der an Herzbeutelentzündung litt, einen Urin lieferte, der 93,75% Wasser und 2,93% Harnstoff enthielt. Dieser betrug mithin dann 46,88% des festen Rückstandes. Hatte man aber den entzündlichen Sturm durch 4 Aderlässe beseitigt, so gab der etwas dunkeler gefärbte Harn 96,01% Wasser und 1,75 Harnstoff. Dieser nahm daher nur 43,86 der dichten Stoffe in Anspruch.

Seine verhältnißmäßige Menge kann in manchen Fällen von Entzündungen oder ähnlichen Leiden die gewöhnliche Höhe erreichen oder unter sie sinken. Stellen wir z. B. mehrere hierher gehörende Angaben von Becquerel und F. Simon [2]) zusammen, so zeigen sich an Harnstoff 37,2% bis 39% des festen Rückstandes für drei Fälle von Lungenentzündung, 29,6% bis 42,2% für drei von Leberentzündung und 42,7% für einen von Kindbettfieber.

Becquerel [3]) prüfte den Harn von 11 Kranken, die alle an sogenanntem Blutmangel litten. Sechs von ihnen waren bleichsüchtig, zwei hatten eine Nierenentzündung, einer ein Nervenfieber und eine ein Kindbettfieber überstanden, eine endlich war eine Wöchnerin. Die folgende aus diesen Erfahrungen berechnete Haupttabelle lehrt dann, daß unter diesen Verhältnissen die relative und die absolute Harnstoffmenge abgenommen hatten. Es ergab sich:

Personen.	Krankheit.	Procentiger Wassergehalt	Harnstoffmenge in 100 Theilen		In Grammen ausgedrückte tägliche Menge von		
			frischen Urins.	festen Rückstandes	Harn.	Wasser.	Harnstoff.
Frauen . .	Bleichsucht	97,64	0,84	35,56	696,999	680,577	5,840
Frauen . .	Wiederherstellung nach Nierenentzündung.	98,96	0,31	29,72	2627,299	2599,989	8,125
Mittel aus allen 11 Beobachtungen .	—	95,32	0,62	13,23	1218,330	1161,309	7,001

Simon [4]) fand auch den Harnstoff in Typhen vermindert. Er machte hier in 9 Fällen 22 bis 23,3% und im Durchschnitt 27,1% des festen Rückstandes aus. Zwei Fälle von Gelbsucht lieferten ihm 27 bis 29% [5]). Ein Icterischer ergab Becquerel 1,729% Harnstoff und 12,637 Grm. als tägliche Menge

Eine Reihe von Harnuntersuchungen von Einzelfällen, die im Ganzen die Harnstoffverminderung in vielen Krankheiten bestättigen und von Heller, Gorup-Besanez und Vogel herrühren, finden sich in Heller's Archiv. 1845. S. 329. 346. 352. 1846. S. 183. Vergl. auch J Scherer, chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie. Würzburg, 1843. 8. S. 55 u. 62 fgg.

Das Kochen und die Selbstzersetzung des längere Zeit stehenden Harnes können die Harnstoffmenge vermindern, weil sich dann leicht kohlensaueres Ammoniak erzeugt. Es ist möglich, daß schon ähnliche Störungen im Leben in manchen Krankheiten eingreifen.

Die Harnsäure schlägt sich oft bei dem Erkalten von selbst nieder und bildet so nicht selten einen wesentlichen Theil des Bodensatzes des Urins. Sie zieht häufig einen Farbestoff des Harnes mit sich und bedingt auf diese Weise ein rothes Präcipitat. Zersetzt sich der Harn, erzeugen sich Milchsäure oder Ammoniak, so wird die Ausscheidung

[1]) F. Simon, a. a. O. S. 401.
[2]) F. Simon, a. a. O. S. 407. 411. 413
[3]) Becquerel, a. a. O. S. 26. 27.
[4]) F. Simon, a. a. O. S. 429.
[5]) F. Simon, a. a O. S. 467. 468.

der reinen Harnsäure oder des harnsaueren Ammoniaks begünstigt. Manche Schleimarten, die dem kranken Urin beigemischt sind, erleichtern nach Scherer [1]) die Bildung von Milchsäure oder von anderen Verbindungen, die den Absatz der Harnsäure befördern.

Fieber und Entzündungen vergrößern häufig nach Becquerel [2]) die tägliche Menge der Harnsäure, während der Harnstoff abnimmt. Dieser Forscher erhielt nämlich 0,526 Grm. als Mittel des gesunden Menschen, mithin einen bedeutend kleineren Werth, als sich aus den Analysen anderer Chemiker ergiebt (= 1,217 Grm.). Die durchschnittliche 24stündige Masse glich aber 1,680 Grm. in 11 Fällen acuter Leiden, die schon oben zum Theil bei Gelegenheit des Harnstoffes angeführt worden sind. Der sogenannte kritische Harn führt nach Lehmann 1,983 bis 4,782% Harnsäure.

Die Gicht ist nach den übereinstimmenden Angaben vieler Chemiker eine Krankheit, in der sich die Harnsäurebildung bedeutend erhöht. Ein Theil der reinen Harnsäure wird schon leicht durch andere Säuren in fester Form ausgeschieden. Die alkalischen harnsaueren Salze sind im Allgemeinen in Wasser und wässrigen Flüssigkeiten schwer löslich. Die harnsauere Verbindung des Kali fodert 480, die des Natron 1100 und die des Ammoniaks ungefähr 500 Theile kalten Wassers. Das harnsauere Natron scheidet sich oft in den Gichtknoten seiner Schwerlöslichkeit wegen ab. Harnsauere Verbindungen finden sich nicht selten in Harnsteinen aus denselben Gründen.

Nysten behauptet, daß der Urin von Gichtischen, wenn er stark sauer ist, verhältnißmäßig viel Harnsäure führt. Dasselbe ist nach F. Simon's Angabe bei Gelbsüchtigen der Fall. Bleichsüchtige, sehr schwache Personen und Leute, die bedeutendere Krankheiten überstanden haben, liefern eher geringere Mengen dieser Verbindung. Greifen aber Fieberbewegungen, geistige Aufregungen und ähnliche Verhältnisse störend ein, so kann sie sich hierdurch relativ oder absolut vergrößern.

Die Untersuchungen, die bis jetzt über das Vorkommen von Hippursäure im Menschenharn angestellt wurden, sind zu sparsam, als daß sich irgend ein sicherer Schluß über ihre Bildung unter krankhaften Verhältnissen machen ließe. Pettenkofer [3]) theilt mit, daß er ein Mal bedeutende Mengen aus dem Harn eines an Veitstanz leidenden Mädchens dargestellt habe.

Da die Anwesenheit der Milchsäure in dem gesunden Harn zu vielen Zweifeln Veranlassung gegeben hat (§. 1605.), so müssen die in dieser Hinsicht aus kranken Urinen erhaltenen Ergebnisse der Zukunft überlassen werden. Lehmann nimmt an, daß sich die Milchsäure in den kritischen Zeiten acuter Leiden neben der Harnsäure vergrößert. Viele fieberhafte Leiden zeigen eher geringere, als größere Mengen dieser Verbindung. Cap und Henry wollen sie in sparsamen Verhältnissen in dem viscösen Harne gefunden haben.

Dasselbe Dunkel umhüllt die bis jetzt über die Farbestoffe des Harns gewonnenen Erfahrungen. Man hat nicht selten die Beobachtung gemacht, daß sich violette, grüne und blaue Färbungen bei Harnuntersuchungen einstellten. Es ließ sich vermuthen, daß hier Umsatzerscheinungen eingreifen — eine Ansicht, zu der auch Heller [4]) bei ausführlicher Prüfung des Gegenstandes gelangte. Es wäre möglich, daß manche kranke Urine, wie bei Bright'schen Nierenleiden oder bei Nervenfiebern, solche abweichende Farbenverhältnisse leichter darbieten. Doch ist der ganze Gegenstand noch nicht reif genug, um ein genügendes Urtheil zu fällen.

Becquerel [5]) hat auch den Versuch gemacht, die Gesammtmenge der organischen Verbindungen in den verschiedensten Krankheiten zu ermitteln. Seine Einzelangaben stimmen jedoch nicht in dieser Beziehung unter einander. Man kann nur so viel entnehmen, daß wahrscheinlich der procentige, nicht aber deshalb der absolute Inhalt an feuerflüchtigen Bestandtheilen in vielen Fiebern und Entzündungen erhöht ist.

Der Urin mancher Kranken enthält nicht selten größere Mengen einzelner organi-

---

[1]) Scherer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. XLII. Heidelberg, 1842. 8 Seite 173 fgg.
[2]) Becquerel, a. a. O. S. 37.
[3]) Pettenkofer, in Heller's Archiv. 1845. S. 121 — 123.
[4]) Heller, in s. Archiv. 1845. S. 161 fgg.
[5]) Becquerel, a. a. O. S. 59.

scher Stoffe, die dem gesunden Harn fehlen oder in ihm nur in geringeren Mengen vorkommen. Sie sind als mechanische Gemengtheile oder in chemischer Auflösung vorhanden.

Enthält der Harn größere Mengen von Schleim, Blut, Eiter oder Oel, so reicht die Besichtigung mit freiem Auge hin, um sie zu erkennen. Bedeutendere Massen flüssigen Fettes ertheilen ihm bei dem Schütteln eine emulsive Beschaffenheit. Muß man aber das Mikroskop kleinerer Mengen wegen zu Hilfe ziehen, so stößt man bisweilen auf Schwierigkeiten, weil sich nicht immer Schleim- und Eiterkörperchen mit Sicherheit unterscheiden lassen und häufig die Blutkörperchen angeäzt oder in anderer Weise verändert sind.

Das Eiweiß bildet die vorzüglichste stickstoffhaltige Verbindung, die nicht selten in größeren Massen im Harne zum Vorschein kommt. Die Albuminurie oder das Bright'sche Nierenleiden soll die Krankheit, in der diese Abweichung in eigenthümlicher Weise hervortritt, bezeichnen. Will man sich nicht selbst täuschen, so muß man jedoch mehrere Nebenerscheinungen ins Auge fassen.

Der Harn des vollkommen gesunden Menschen führt kein Eiweiß. Man findet es dagegen bisweilen in dem Urine sonst gesunder Personen, die sehr mager und schwächlich oder der Onanie ergeben sind. Der Genuß von Speisen begünstigt das Erscheinen des Eiweißes.

Unterdrückung der Hautausdünstung soll nach Fourcault [1]) Albuminurie in sonst gesunden Thieren bedingen. Sie erzeugte sich nach ihm in Hunden, nicht aber in Kaninchen, wenn deren Haut mit einem luftdichten Firniß bestrichen worden war. Entfernte er die Hautdecken, so kam sie nur dann, wenn die Wundfläche mit dem Firniß überzogen worden war, zum Vorschein. Ergüsse an anderen Orten und Ueberfüllung der Gefäße folgen gleichzeitig nach.

Man kann sich am Krankenbette bald überzeugen, daß der Eiweißgehalt des Urins häufig genug andere Leiden, wie Wassersuchten, begleitet. Die Nieren sind nicht selten in eigenthümlicher Weise entartet. Die Verhältnisse deuten aber im Ganzen klar an, daß man es hier mehr mit einem allgemeinen Leiden, als mit einer bloß örtlichen Störung der Harnwerkzeuge zu thun habe.

Die Aerzte bedienen sich gewöhnlich des Kochens als des einfachsten Mittels, um die Anwesenheit des Eiweißes im Harn nachzuweisen. Dieses Verfahren kann aber nur da, wo größere Mengen vorhanden sind und sich der Niederschlag auf unzweifelhafte Weise als geronnenes Eiweiß zu erkennen giebt, mit Sicherheit gebraucht werden. Unorganische Salze werden leicht bei dem Kochen abgesetzt und täuschen den Unkundigen durch ihre schmutzig weiße Farbe. Man sucht dieses zu verhüten, indem man den Urin, wenn er alkalisch ist, mit Salpetersäure oder Salzsäure vermischt. Die Flüssigkeit kann aber dann, wenn sie nur geringe Eiweißmengen führt, nach anhaltendem Kochen [2]) klar bleiben. Führt sie viel kohlensaueres Ammoniak, so droht nach Scherer [3]) die gleiche Klippe.

Die krankhaften Erscheinungen, welche die Nieren darbieten, wechseln in hohem Grade. Die Harnkanälchen enthalten oft Eiweißklümpchen. Blutüberfüllung der Gefäße und mikroskopische Ausschwitzungen begleiten nicht das Leiden. Gluge und Henle bemerkten zugleich Fettablagerungen, Henle [4]) und Andere Absätze von scheinbar geronnenem Faserstoff, die selbst mit dem Harne davongehen können. Eine tabellarische Uebersicht der Entartungen der einzelnen Körpertheile, wie sie bei 100 Kranken, denen man die Albuminurie zugeschrieben hat, gefunden worden sind, giebt Bright, in Guy's Hospital Reports. Vol. I. London, 1836. 8 p. 382 — 93.

Die Mengen von Eiweiß, die auf solche Weise abgeführt werden, wechseln in hohem Grade. Wir dürfen überdieß nicht vergessen, daß die quantitativen Bestimmungen, die man vorgenommen hat, im günstigsten Falle nur als annähernd angesehen werden können. Hält man sich an die Ergebnisse von F. Simon und Becquerel, so ergeben sich 0,01 und 3,36% als Grenzwerthe. Die täglich entleerte Eiweißmasse glich nach Becquerel 0,203 Grm. bei einem in Genesung begriffenen Kranken und 9,715 Grm.

[1]) Fourcault, in Frorieps neuen Notizen. Nro. 682. Weimar, 1844. 4. S. 349.
[2]) Wunderlich, in Heller's Archiv. 1845. S. 150.
[3]) Scherer, a. a. O. S. 190.
[4]) Henle und Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. II. Zürich, 1842. 8. S. 67 — 69.

bei einem, der zugleich fieberte. Sie machte in dem ersteren Falle 0,881% und in dem letzteren 33,94% der festen Stoffe aus.

Manche Chemiker geben an, daß der eiweißhaltige Harn wenig Harnstoff und Harnsäure und bisweilen auch eine geringere Menge von Salzen führt. Es läßt sich aber bis jetzt schon behaupten, daß dieser Satz keine allgemeine Gültigkeit hat. Es kann ein Urin eiweißreich sein und nichts desto weniger beträchtliche Mengen von Harnstoff besitzen.

Wir haben oben gesehen, daß bisweilen der eiweißreiche Harn Faserstoffgerinsel führt. Es kommt auch in seltenen Fällen vor, daß er, gleich dem Blute, bei dem Erkalten erstarrt.

Andere fremdartige stickstoffhaltige Körper sind zwar schon hin und wieder, als ausnahmsweise Bestandtheile des Harnes angegeben worden. Befriedigendere Untersuchungen fehlen jedoch noch auf diesem Gebiete. Der sogenannte Milchurin soll bisweilen Käsestoff enthalten. Der Urin der Schwangern hat in dieser Hinsicht zu manchen Verhandlungen, die jedoch noch zu keinem sicheren Ergebnisse führten, Veranlassung gegeben.

Nauche erwähnte eine eigenthümliche Verbindung, die in dem Urin von Frauen, die sich in vorgerückter Schwangerschaft befinden, anzutreffen ist. Man bezeichnet sie im Allgemeinen mit dem Namen des Kiestein. Golding Bird rechnet sie zu den caseinähnlichen Stoffen. Sie soll auch oft einen käseartigen Geruch verbreiten. So viel scheint gewiß, daß diese Verbindung, wenn sie überhaupt eine eigenthümliche ist, nicht in allen Urinen Schwangerer bemerkt werden kann. Die vielen Widersprüche in den Angaben der einzelnen Forscher beweisen am besten, wie wenig sicher die ganze Sache festgestellt ist. Vergl. E. Cohen, de urina gravidarum Heidelbergae, 1843. 8. p. 15. E K. Kane, Experiments on Kiesteine, with remarks on its application to the diagnosis of pregnancy. Philadelphia, 1842. 8. Oppenheim's Zeitschrift für die gesammte Medicin. Bd. 24. Hamburg, 1843. 8. S. 72. Lehmann, in R. Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 23 und Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1846. 4. S. 160.

Wir haben schon früher (§. 663.) gesehen, daß noch andere stickstoffreiche Körper unter künstlichen Verhältnissen in den Harn gelangen können.

Der Zucker, der nicht selten in dem Urin gefunden wird, gehört zu der Art, die man mit dem Namen des Traubenzuckers unterscheidet. Wir haben früher (§. 590.) die verschiedenen Methoden, diesen Körper aufzufinden, kennen gelernt. Der süße Geschmack, die Gährungserscheinungen [1], die Trommer'sche [2] und Heller'sche Probe, die Verhältnisse der Lichtpolarisation und die Sonderung des Zuckers mittelst des Weingeistes eignen sich am Besten, seine Anwesenheit nachzuweisen. (Vergl. §. 1535.) Da er meist in nicht unbedeutenden Mengen in dem etwas eingedampften Harne enthalten ist, so kommt man hier leichter, als bei den Zuckerproben anderer Absonderungen zum Ziele.

Sind geringe Mengen von Zucker genossen worden, so läßt er sich nicht in dem Harne nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen nachweisen. Kersting [3]) fand das Gleiche, wenn er ein Zuckerklystier genommen hatte. Wurde aber Rohrzucker oder Milchzucker in das Blut oder in die Bauchhöhle von Hunden eingespritzt, so kehrte er im Urine wieder. (Vergl. §. 663.)

Es greifen hier wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse, wie bei dem Eiweiß ein. Es ist denkbar, daß geringe Mengen ohne wesentlichen Nachtheil für die Gesundheit entleert werden. Tritt dagegen der Zucker in größeren Massen und anhaltender aus, so bildet sich die zuckerige Harnruhr oder der zuckerige Diabetes. Die absolute Menge des Urins vergrößert sich in der Regel gleichzeitig in bedeutendem Maaße.

Manche Chemiker geben an, daß sich dann auch der Harnstoff sichtlich vermindert. Er machte z. B. in einem Falle, den Bouchardat untersuchte, 0,827% der frischen Absonderung und 5,091% der dichten Stoffe aus, während der Zucker 13,442% des frischen Harnes und 81,529% des festen Rückstandes betrug. Müller fand in ei-

---

[1]) S. Budge, in Roser u. Wunderlich's Archiv. Bd. III. Stuttgart, 1844. 8. S. 391 fgg.

[2]) Vergl. Falk, in Heller's Archiv. 1845. S. 307 — 311.

[3]) C. F. Kersting, Saccharum sanguine receptum urinam transire probatur experimentis. Missenae, 1845. 8. p. 12.

nem zweiten Falle 0,006% des Harnes oder 0,096% der festen Verbindungen Harnstoff. Der Zucker dagegen glich 78,601% des Rückstandes. Lehmann kam selbst in dieser Hinsicht auf 93,714%. Während Bouchardat mittheilt, daß bisweilen der Harnstoff gänzlich fehle, behauptet Mac-Gregor, daß sich seine absolute Menge in manchen Fällen von zuckeriger Harnruhr vergrößert.

Lehmann fand noch 0,187 und 0,31% Hippursäure in zwei von ihm untersuchten Fällen. Das Verhältniß der Salze zu dem festen Rückstande ändert sich nicht nach Berzelius in wesentlicher Weise.

Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die zuckerige Harnruhr zu den allgemeinen Ernährungskrankheiten gehört. Man kennt jedoch bis jetzt noch nicht die näheren Verhältnisse, aus denen sie hervorgeht. Manche nehmen an, daß nicht bloß die stickstofflosen, sondern auch die stickstoffreichen Nahrungsmittel in Zucker übergehen [1]. Mialhe [2]) will die Ursache der Zuckerbildung in dem Mangel der nothwendigen freien und kohlensaueren Alkalien des Blutes finden. Die gleichzeitige Unterdrückung der saueren Hautabsonderung soll dieses Mißverhältniß herbeiführen, eine Ansicht, die noch näherer chemischer und ärztlicher Beweise in hohem Grade bedarf.

Das Fett, das bisweilen in dem Harn ausgeschieden wird, bildet nicht selten bei Auszehrenden größere Massen, die sogar zu einer vollständigen Oelschicht zusammentreten. Ist noch außerdem Eiweiß im Harne vorhanden, so kann es selbst bei dem Stehen emulsionsartig vertheilt bleiben. Luz [3]) giebt an, daß in einem Falle, in dem bedeutende Fettmassen durch den Darm und die Harnwerkzeuge abgeschieden wurden, Margarin neben Elain im Harne vorhanden war.

Die procentigen Mengen der feuerbeständigen Salze scheinen im Allgemeinen nach Becquerel in Fiebern und Entzündungen zu- und bei Leiden, die mit sogenanntem Blutmangel verbunden sind, abzunehmen. Es versteht sich jedoch nach dem früher (§. 1609 fgg.) Erwähnten von selbst, daß hier die diätetischen Verhältnisse auf das Tiefste eingreifen.

Die absolute Menge der Aschenbestandtheile sinkt nach Becquerel in den meisten Krankheiten. Beträgt ihr tägliches Mittel 9,089 Grm. unter gesunden Verhältnissen, so ergaben Herz- und Leberleiden und Gehirnblutungen 1,515 bis 7,225 Grm., Bleichsucht und Blutmangelkrankheiten 2,341 bis 6,980 Grm., ähnliche Leiden, die mit Fieberbeschwerden verbunden waren, 3,261 bis 5,545 Grm. und leichte Fieber, Luftröhren- und Lungenentzündung und Lungenemphysem 1,884 bis 6,183 Grm. Marchand [4]) fand die Mengen der phosphorsaueren Erdsalze in dem Harne eines rhachitischen Kindes beträchtlich vermehrt. Alle solche Angaben bleiben jedoch unvollständig, so lange auch nicht die Nahrungseinnahmen des Kranken auf das Strengste verglichen sind.

Man hat oft angenommen, daß im Allgemeinen mehr Salze austreten, wenn der Harn reichliche Wassermengen abführt. Dieser Satz bestättigt sich in manchen Fällen. Eine Frau, die an Polydipsie und Blutmangel litt, verlor z. B. nach Becquerel 2589,989 Grm. Wasser und 9,233 Grm. feuerbeständiger Elemente in 24 Stunden. Das gewöhnliche Mittel der Frau gleicht aber 8,126 Grm. Ein Mann mit Lungenemphysem hatte in dieser Hinsicht 1484,552 Grm. Wasser und 12,122 Grm. Asche. Man kann aber auch häufig genug auf Urine stoßen, in denen sich keine solche Parallele nachweisen läßt.

Die Thatsachen, die über die einzelnen Salzverbindungen vorliegen, gestatten noch keine allgemeinen Schlüsse.

Harnniederschläge und Harnsteine. — Ist auch der gesunde Harn im Anfange klar, so trübt er sich doch später und bildet einen Bodensatz, so wie er in Zersetzung übergeht. Urine von Kranken zeigen oft schon die gleichen Erscheinungen kurz nachdem sie entleert worden. Die Körper, die auf solche Art in fester Form auftreten, sind vorzüglich Harnsäure, harnsauere Salze [5]), kleesauerer und kohlensauerer Kalk, phos-

[1]) Vergl. hierüber Budge, a. a. O. S. 408 fgg.

[2]) Mialhe, in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nro. 650. S. 192.

[3]) C. F. Luz, Ueber krankhafte Fettentleerung durch Darmcanal und Nieren. Tübingen, 1841. 8. S. 10 fgg.

[4]) R. F. Marchand, Lehrbuch der physiologischen Chemie. S. 103 u. 338.

[5]) Siehe Heintz, in Müller's Archiv. 1845. S. 230 — 261. u. Scherer, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht. 1846. 4. S. 155 fgg.

phorsauere Ammoniak-Magnesia und organische Körper, wie Schleim, Cystin u. dgl. Der Fieberurin setzt am häufigsten harnsaueres Ammoniak und geringe Mengen der harnsaueren Verbindungen des Natron und des Kalkes, bisweilen auch reine Harnsäure ab. Die Alkalescenz des Urins begünstigt im Allgemeinen solche Niederschläge eher, als die freie Säure desselben. Nur Harnsäure wird durch diese leichter abgeschieden.

Der Harn kann an allen Orten, wo er einige Zeit verweilt, in den Nieren, den Harnleitern oder der Blase Niederschläge erzeugen. Dringt auch nicht dieses Verhältniß in regelrechten Zuständen durch, so greift es doch ein, sobald Krankheitszustände die Absätze begünstigen. Pulverartige Massen und kleinere oder größere Steine entstehen auf diese Weise.

Befindet sich ein fester Körper in einer Flüssigkeit, so legen sich leicht die dichten Niederschläge an seine Außenfläche. Die Bildung der Harnsteine gehorcht ebenfalls diesem physikalischen Gesetze. Hat sich ein Onanist ein Federmesser in die Harnblase geschoben, sind kleine Gegenstände, wie Strohhalme, Zahnstocher, Ohrlöffel u. dgl. in sie eingedrungen, so belegen sie sich innerhalb kurzer Zeit mit Absatzmassen und bilden später den Kern größerer Steine. Kleine Concremente wirken in ähnlicher Weise. Immer neue Schichten legen sich um sie herum. Die Oberfläche bleibt glatt oder treibt unregelmäßige Zacken. Es kommt dagegen seltener vor, daß die Harnsteine Krystalldrusen bilden. Liegen mehrere in dem engen Harnblasenraume zusammen, so können sie sich wechselseitig abschleifen und ebenere Flächen bekommen.

Die Eigenschwere der Harnsteine wechselt innerhalb mäßiger Grenzen. Fourcroy giebt 1,213 und Scharling [1]) als Maximum 2,014 an. Sie sind meist weiß, gelblich, dunkelroth oder braun. Die weißen und dunkelrothen führen oft vorherrschende Mengen von kohlensaueren oder phosphorsaueren Salzen, die gelblichen viel kleesauere Kalkerde und die dunkelen Harnsäure und harnsauere Verbindungen.

Kieselsäure, Harnsäure, harnsaueres Kali, Natron und Ammoniak, kleesaueres und benzoesaueres Ammoniak, Chlorammonium, kohlensauere, phosphorsauere, kleesauere und harnsauere Kalkerde, kohlensauere und harnsauere Bittererde, phosphorsauere Ammoniak-Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd, phosphorsaueres Eisenoxyd, Harnstoff, Xanthoxyd, Cystin und einige andere, noch nicht genauer bestimmte organische Stoffe bilden nach Scharling die Reihe von Körpern, die bis jetzt in den Harnsteinen bemerkt worden sind. Der Harngries enthält meist Harnsäure und nächst ihr kleesauere Kalkerde mit oder ohne phosphorsauere Kalk- oder Bittererde. Kohlensauerer Kalk, phosphorsauerer Ammoniak-Talk und Cystin finden sich hier nach Lecanu seltener.

Der Kern enthält bisweilen andere Bestandtheile, als die Rinde. Jener kann z. B. Harnsäure nebst harnsauerem und kleesauerem Kalke, diese dagegen nur Harnsäure oder phosphorsaueren Kalk und Talk darbieten. Man unterscheidet auch oft die Harnsteine nach ihren vorherrschenden Bestandtheilen und spricht demgemäß von Urat-, Oxalat- und Erdphosphatsteinen.

Bloßes harnsaueres Ammoniak, neutrale oder basische phosphorsauere Kalkerde, kohlensauerer Kalk, Proteinkörper, Cystin und Xanthin herrschen nur in Ausnahmsfällen in den Steinen vor. Das Cystin bildet nach Thoulow eine eigenthümliche organische Verbindung, die sich besonders durch ihren großen Schwefelgehalt auszeichnet. Das Xanthin, Xanthoxyd oder die harnige Säure, die auch nach Magnus und Unger [2]) im Guano [3]) vorkommt, enthält nur nach Liebig und Wöhler 1 Atom Sauerstoff weniger, als die Harnsäure. Ueber das sogenannte Urostealith, das im kranken Harne und in Harnsteinen angegeben worden ist, s. Heller's Archiv. 1845. S. 9.

Führt schon der gesunde Harn einen Farbestoff, der an den der Galle erinnert, und scheidet er einen großen Theil der Gallenverbindungen in der Gelbsucht aus, so kann es weniger befremden, wenn man in seltenen Fällen Harnsteine findet, die an Gallensteine erinnern.

---

[1]) E. A. Scharling, de chemicis calculorum vesicariorum rationibus. Hanniae, 1839. 4. p. 8.

[2]) Magnus und Unger, L'Institut Nro. 558. Paris, 1844. 4. p. 301. 302. und Heller's Archiv. 1844. S. 200.

[3]) Ueber dessen Ursprung siehe J. J. v. Tschudi. Peru, Band. I. St. Gallen, 1846. 8. Seite 329.

Nähere Aufschlüsse über die chemische Beschaffenheit der Harnsteine finden sich in: E. A. Scharling, de chemicis calculorum vesicariorum rationibus. Hanniae, 1839. 4. F. Simon, a. a. O. S. 540—562. H. Hoffmann. Grundlinien der physiologischen und pathologischen Chemie. Heidelberg, 1845. 8. S. 281 fgg.

Die Steinbildung hängt größtentheils von den Speisen und Getränken, so wie von dem Ernährungszustande ab. Die verschiedenen Aufenthaltsorte unterscheiden sich aber auch in dieser Hinsicht in wesentlicher Weise. Das Steinleiden kommt gar nicht in ganzen Landstrichen, wie z. B. dem Canton Bern vor, und ist dafür in manchen anderen Gegenden desto häufiger anzutreffen [1]).

Manche Steinarten herrschen in diesen und andere in jenen Sammlungen vor. Die Lebensweise und die örtlichen Verhältnisse scheinen daher bald die Urat-, bald die Oxalat- oder die Erdphosphatabsätze zu begünstigen. Vgl. hierüber Scharling, a. a. O. p. 31. Hoffmann, a. a. O. S. 283.

Es kommt nur selten vor, daß größere Harnsteine von selbst abgehen oder in der Blase zu einer Masse kleinerer Bruchstücke zerbrechen [2]). Da aber der Steinschnitt und die Steinzertrümmerung heftigere Eingriffe voraussetzen, so hat man diese Absätze auf chemischem Wege anzugreifen gesucht. Man empfahl Borax und saueres kohlensaueres Natron zur örtlichen Anwendung gegen Harnsäure- und verdünnte Salz- oder Salpetersäure und mildere Präparate organischer Säuren [3]) gegen Phosphatsteine. Manche der allgemeinen Ursachen der Steinerzeugung werden uns noch in der Ernährungslehre beschäftigen.

1633 Unterdrückung der Harnabsonderung. — Entfernt man die eine Niere eines Säugethieres, so stellen sich oft bald wesentliche Veränderungen in der anderen, zurückgelassenen ein. Sie entzündet sich nicht selten, vorzüglich in Pflanzenfressern, und nimmt eine dunkelere Farbe an. Ihre Gefäße dehnen sich aus und enthalten eine braunschwarze Blutmasse. Die Absonderung selbst stockt oder wird sparsamer, wechselt ihre Bestandtheile, nimmt Eiweiß und Blutfarbestoff auf oder ist selbst mit Blutstreifen vermischt. Stören aber nicht solche Nebenverhältnisse den ruhigen Gang des Ganzen, so sucht die übrig gebliebene Niere die nöthige Menge Harnes zu liefern. Ihre Thätigkeit erhöht sich daher; die mittleren Durchmesser der Harnkanälchen nehmen wahrscheinlich mit dem Gewichte der ganzen Niere zu Der Urin kann unter diesen Verhältnissen seine gelbe Farbe und seine übrigen regelrechten Eigenschaften bewahren [4]). Die Unterbindung der Nierenvene macht ihn in der Regel eiweißhaltig. Er ist dann auch nicht selten mit gefärbten Blutstoffen verunreinigt.

1634 An dem Menschen gemachte Erfahrungen bestättigen das Gleiche. Die eine Niere kann gänzlich mangeln oder nur einen kleinen bohnenartigen Körper bilden, ohne daß hierunter die Gesundheit wesentlich leidet. Die Form der Nieren hat auch in dieser Hinsicht keinen Einfluß. Menschen, in denen beide Nieren hufeisenartig verschmolzen oder, wie im Embryo und in vielen Säugethieren, z. B. dem Bären, in viele einzelne Lappen zerfallen sind, bereiten die für ihren Körper nothwendigen Harnmengen.

---

[1]) Eine sehr gute Arbeit hierüber ist F. E. Windemuth, de Lithiasi endemica. Marburgi, 1842. 8.

[2]) K. Textor, Versuch über das Vorkommen der Harnsteine in Ostfranken, Würzburg, 1843. 4. S. 68 fgg.

[3]) Hoskins, in den Philosophical Transactions for the Year 1843. London, 1843. 8. Seite 7—16.

[4]) De functionibus Nervorum cerebralium et N. sympathici. Bernae, 1839. 4. p. 148.

Hat man die eine Niere eines Kaninchens ausgerottet, so kommt es bisweilen vor, daß die zweite und die übrigen Körperthätigkeiten die unerläßlichen Wasserausscheidungen nicht decken. Das Blut führt daher verhältnißmäßig weniger feste Stoffe und wäßrige Ergüsse erfüllen die Bauchhöhle oder andere Hohlräume, Ist aber die Harnabsonderung durch die Ausrottung beider Nieren vollständig unterdrückt worden, so greifen die Störungen kraftvoller ein. Die überschüssigen Wassermengen häufen sich im Blute und in den Körperhöhlen an. Flüssige Ergüsse erfüllen die Brust-, die Bauchhöhle und andere Zwischenräume. Durchfälle und wäßriges Erbrechen leiten einen Theil des Ueberschusses ab. Alle Absonderungen und vorzüglich die Galle geben kleinere procentige Rückstände. Das Blut selbst verliert bisweilen seine Gerinnbarkeit. 1635

Diese Störungen ziehen bald eine andere Reihe von Leiden nach sich. Das Thier fiebert, sondert mehr an seinen Schleimhäuten ab, athmet unruhiger, verfällt endlich in Stumpfheit und stirbt an Wassererguß im Gehirn oder an Erstickung.

Wir haben früher (§. 1597.) gesehen, daß der Harnstoff nicht erst in den Nieren, sondern schon im Blute erzeugt wird und daß dieses nicht unbeträchtliche Mengen dieser Verbindung nach der Ausrottung der Nieren führt. Es erklärt sich hieraus, weshalb sich gleichzeitig Harnstoff in den entleerten und ergossenen Flüssigkeiten nachweisen läßt. Diese verbreiten auch häufig einen unangenehmen harnartigen Geruch.

Die meisten Wassersuchten bilden ähnliche Folgen der verminderten Harnausscheidung. Wir finden hier ebenfalls häufig Ergüsse, die Harnstoff führen. Die Heilung der Wassersuchten folgt oft genug dem wiederhergestellten reichlicheren Harnabgange.

Die zu den Geschlechtswerkzeugen gehörenden Absonderungen und die Verhältnisse der Milch werden uns in der Zeugungslehre beschäftigen.

Thätigkeit der Blutgefäßdrüsen.

Die Milz, die Nebennieren, die Schilddrüse und die Thymus stimmen darin überein, daß sie zahlreiche Gefäße aufnehmen und entlassen und eigenthümliche Gebilde in ihrem Innern absetzen, nicht aber durch besondere Ausführungsgänge abführen. Die Anatomie umfaßt sie mit der gemeinsamen Benennung der Blutgefäßdrüsen. Es frägt sich jedoch noch sehr, ob diese Zusammenstellung der Natur der Sache entspricht oder ob nicht die Milz und die Nebennieren, die Schilddrüse mit der Thymus zwei verschiedenen Gruppen von Werkzeugen angehören. 1636

Man weiß bis jetzt fast von keinem Theile des Körpers so wenig, als von diesen Gebilden. Die anatomischen Kenntnisse sind hier noch in mancher Beziehung lückenhaft. Jedes sichere physiologische Wissen mangelt aber noch gänzlich. Nur einzelne untergeordnete Punkte lassen sich bestimmter angeben. 1637

Milz. — Wir haben früher (§. 1156.) gesehen, daß der Bau der Milz und vorzüglich die Anwesenheit der venösen Maschenräume derselben 1638

an die Verhältnisse der cavernösen Körper des männlichen Gliedes erinnert. Dieses Organ schwillt auch nach den Angaben einzelner Forscher zur Verdauungszeit an (§. 845.). Es ist noch unbekannt, ob sich diese Veränderung unter anderen Verhältnissen wiederholt.

Es wurde auch schon früher angegeben (§. 835.), daß nicht selten die Saugadern der Milz einen röthlichen Inhalt zur Verdauungszeit führen, daß Manche die Bildung der Blutkörperchen in dieses Organ verlegten und daß man es überhaupt mit der Chylusbereitung in Verbindung brachte.

1639 Da die Milz nicht bloß Blutgefäße, Saugadern und Nerven, sondern auch eigenthümliche Gebilde, vorzüglich die Milzkörperchen [1]) enthält, so ergiebt sich von selbst, daß in ihrem Innern verwickeltere Processe, als in den Saugadern vor sich gehen müssen. Man kennt aber bis jetzt noch keine Thatsache, die irgend etwas Näheres in dieser Hinsicht andeutete.

Die Vorstellung, daß die Milz dem Unterleibskreislaufe diene, hat im Ganzen wenig Wahrscheinlichkeit.

1640 Aeltere und neuere Erfahrungen [2]) haben gelehrt, daß Säugethiere, vorzüglich Hunde, die Ausrottung der Milz ohne Nachtheil ertragen. Das Organ erzeugt sich nicht wieder. Manche Forscher glaubten bemerkt zu haben, daß die auf die erwähnte Weise verstümmelten Thiere an einer besonderen Gefräßigkeit, an Abmagerung oder an Störungen des Geschlechtstriebes litten. Diese Zeichen sind aber auch häufig gänzlich ausgeblieben.

Einzelne Menschen boten ähnliche Erscheinungen dar. Wurde ihnen die Milz, die in Folge von Bauchwunden ausgetreten war, losgeschnitten, so lebten sie ohne Beschwerden fort.

1641 Nebennieren. — Ihre Verhältnisse sind so dunkel, daß selbst die meisten Hypothesen, die man über die Thätigkeit der Blutgefäßdrüsen überhaupt aufgestellt hat, die Nebennieren zu umgeben suchen. Einzelne Forscher haben in früherer und neuerer Zeit angenommen, daß die eigenthümlichen zelligten Gebilde, die in ihnen vorkommen, mit den Nervenkörpern übereinstimmen. Eine genauere Prüfung der mikroskopischen Verhältnisse spricht aber gegen diese Annahme. Die Voraussetzung der pathologischen Anatomen [3]), daß die Kleinheit oder der Mangel der Nebennieren mit der Unvollkommenheit der Entwickelung des Schädels und des Gehirns und ihre Vergrößerung mit der Verkümmerung der Lungenthätigkeit zusammenfällt, bedarf noch der näheren Prüfung. Ecker [4]) schreibt ihnen einen ähnlichen Nutzen, wie den, der §. 1642. für die Schilddrüse angegeben ist, zu.

---

[1]) Th. von Hessling, Untersuchungen über die weißen Körperchen der Milz. Regensburg, 1842. 8. S. 8—20.

[2]) Vgl. z. B. M. P. Deisch, Diss. de splene canibus exciso et ab his experimentis capiendo fructu. Halae, 1734. 4. P. W. Lund, Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen, 1825. 8. S. 78 fgg. Bardeleben, in den Comptes rendus. Tome XVIII. Paris, 1844. 4. p. 485. 86.

[3]) J. F. Meckel, Handbuch der pathologischen Anatomie. Bd. I. Leipzig, 1812. 8. Seite 644 — 648.

[4]) A. Ecker, Der feinere Bau der Nebennieren. Braunschweig, 1846. 4. S. 47.

Schilddrüse. — Sie empfängt nicht bloß eine verhältnißmäßig bedeutende Blutmenge, sondern zeichnet sich auch durch ihren Bau vor den übrigen Blutgefäßdrüsen aus. Sie enthält eigenthümliche Körperchen, die mit einer Flüssigkeit vermischt innerhalb besonderer Hohlräume vorkommen [1]). Diese Füllung scheint nach einigen Forschern mit der Verschiedenheit der Verhältnisse zu wechseln. Es wäre daher möglich, daß die Schilddrüse manche Bestandtheile der Blutmasse für einige Zeit aufnimmt und in eigenthümlicher, freilich noch gänzlich unbekannter Weise umändert. 1642

Der Kropf bildet eine krankhafte Vergrößerung und Entartung dieses Theiles unseres Körpers. Er findet sich zwar häufig in sonst gesunden und geisteskräftigen Menschen, tritt aber auch oft als Begleiter des Cretinismus und des Blödsinnes auf. Dieses, die Lage der Schilddrüse und die Verbindung ihrer Blutgefäße mit denen des Kopfes, führte zu der Annahme, daß sie eine Art Sicherheitsvorrichtung für das Gehirn sei. Sie nehme Blut, das sonst die Hirnmasse belästigen würde, auf. Die Entfernung oder die Zerstörung dieser Drüse wirkt aber nicht nothwendig auf das Gehirn zurück. Es gelang auch nicht bis jetzt nachzuweisen, daß die Entwickelung von diesem in irgend einem Verhältniß zur Ausbildung der Schilddrüse steht. 1643

Hunde vertragen nicht bloß die Ausrottung der Schilddrüse [2]), sondern auch die gleichzeitige Entfernung der Milz [3]) ohne sichtlichen Nachtheil.

Thymus. — Die älteren Forscher nahmen im Allgemeinen an, daß dieses Gebilde seine größte Entwickelung zur Zeit des Fruchtlebens erreicht. Sie glaubten daher, daß es dann seine wichtigsten Bestimmungen erfüllt und später nur als der Ueberrest eines Fötalorgans wirkt. Haugsted wies zuerst in neuerer Zeit nach, daß die Thymus erst nach der Geburt ihre verhältnißmäßig größte Ausbildung erlangt. Die Beobachtungen von Simon [4]) haben diese Angabe vollkommen bekräftigt. Der Letztere nimmt an, daß sich hier ein Nahrungsabsatz, der nach Bedürfniß gebraucht werden kann, bildet. Er wird für die unerläßlichen Körperausgaben in Anspruch genommen, sobald die übrigen Gewebe die möglichste Schonung verlangen. Die Hauptrolle der Thymus fällt deswegen auch in das zarte Kindesalter. 1644

Rostelli [5]) versuchte die Thymus an 72 Schaafen, 23 Hunden und 3 Kälbern auszurotten. Das Bemühen gelang aber an den wenigsten Thieren, und nur ein Hund, vier Schaafe und ein Kalb überlebten die vollständige Entfernung dieses Theiles. Sie magerten auffallend ab,

---

[1]) J. Simon, a physiological essay on the Thymus gland. London, 1845. 4. p. 78 und 80.

[2]) C. A. F. Bopp, praes. Rapp, Ueber die Schilddrüse. Tübingen, 1840. 8. Seite 14 — 16.

[3]) Bardeleben, a. a. O. p. 486.

[4]) Simon, a. a. O. p. 28 fgg.

[5]) A. Rostelli, De Thymo disquisitiones anatomico-physiologico-pathologicae. Ticini regii. 1845. p. 27 — 35.

zeigten eine nicht gewöhnliche Gefräßigkeit und griffen oft nach Speisen, die sie sonst zurückzuweisen pflegen. Der Hund suchte z. B., obgleich er gut genährt wurde, thierische Blasen und das Kalb sogar Fleisch auf. Die Entkräftung nahm immer mehr zu, bis der Tod auf diesem Wege oder aus anderen zufälligen Ursachen eintrat.

Fastende Thiere, die zum Vergleiche beobachtet wurden, zeigten nicht jene regelwidrige Sehnsucht nach ungewöhnlichen Speisen. Wurden ihnen eben so große Wunden, als die Entfernung der Thymus verlangte, beigebracht, so magerten sie nicht so schnell ab.

Ernährung.

Eine fortlaufende Reihe von Veränderungen begleitet das Leben von seinem ersten Anfange bis zu seinem Ende. Scheint sich auch die Masse der Organe eine Zeit lang ihren anatomischen und chemischen Beziehungen nach gleich zu bleiben, so greifen doch auch hier leisere Umsatzerscheinungen ein. Jede Thätigkeit verzehrt wahrscheinlich eine gewisse Menge von Stoffen. Die aus dem Blute ausgeschiedene Ernährungsflüssigkeit ersetzt sie aber von Neuem. Die Speisen führen dafür brauchbare Verbindungen zu. Was zur Erhaltung und Vergrößerung der Organe nöthig wird, bleibt im Körper. Die verarbeiteten Ueberreste dagegen treten in den sensiblen und den insensiblen Entleerungen (§. 1397.) aus. 1645

Erhält nur der Körper seinen Bestand, so versieht jener Wechsel seine Ernährung. Nehmen aber dabei seine Theile, wie es der Plan des Ganzen verlangt, zu, so ruft er die Erscheinungen des Wachsthums und im entgegengesetzten Falle die der Abmagerung hervor. Widerstreitet endlich die Vergrößerung oder Verkleinerung eines Gebildes der Einrichtung des Organismus, so haben wir Hypertrophie oder Atrophie.

Der Entwickelungsgang fodert es, daß sich jedes organische Wesen von seinem ersten Anfange bis zu einem gewissen Grade der Ausbildung vergrößert. Ist dieser erreicht, so steht das Ganze eine Zeit lang still oder hält sich vielmehr auf einer Mittelstufe, die nur untergeordneten Schwankungen ausgesetzt ist. Neigt sich das Leben seinem natürlichen Ende zu, so kann nur der Organismus seinen Bestand mit größter Mühe erhalten. Viele der einzelnen Theile und mithin auch die Gesammtmasse verlieren früher oder später an Substanz, wenn nicht die Lebensflamme aus anderen ungewöhnlichen Ursachen erlischt. 1646

Das Wachsthum gehört daher zu den regelrechten Erscheinungen der ersten und die Abmagerung zu denen der letzten Zeiträume des Lebens. Die einfache Ernährung macht sich vorzüglich in den reiferen Mittelphasen geltend. Diese allein soll uns hier vorzugsweise beschäftigen. Die beiden übrigen Arten der Massenveränderung dagegen werden, so weit sie die Physiologie angehen, in der Lehre von der Entwickelung ihren Platz finden. 1647

Soll sich der Körper auf der Stufe, die er ein Mal erreicht hat, erhalten, so muß er im Ganzen eben so viel einnehmen, als ausgeben. Die Speisen und der verzehrte Sauerstoff decken auch unter den gewöhnlichen Verhältnissen die Verluste, die der Stuhl, der Harn, die Perspiration und andere Ausleerungen herbeiführen. 1648

1649 Blut und Ernährungsflüssigkeit. — Das Blut bildet den Mittelpunkt aller Ernährungserscheinungen. Es nimmt die gelösten Stoffe der Nahrungsmittel auf und scheidet die Ernährungsflüssigkeit und die Absonderungen aus. Hat es sich durch den Einfluß der Körperorgane dunkel gefärbt, so durchsetzt es bald wieder die Lungen, um Sauerstoff zu empfangen, sich selbst zu erfrischen und zur Belebung der Gewebe tauglich zu werden.

1650 Wie nur flüssige Verbindungen in das Blut übergehen, so können auch wiederum bloß flüssige Mischungen durch die geschlossenen Wände der Haargefäße austreten. Die Blutkörperchen sind auf diese Art außer Stande, sich unmittelbar an den Ernährungserscheinungen zu betheiligen. Die Ernährungsflüssigkeit kann nicht im Augenblicke ihres Austrittes Körperchen irgend einer Art als mechanische Gemengtheile führen.

Doellinger, Prevost und Dumas und andere ältere Forscher nahmen an, daß die Blutkörperchen und andere Festgebilde des Blutes unmittelbar austreten und zu der Ernährung und dem Wachsthume der Gewebeelemente beitrügen. Die Kügelchen sollten sich unmittelbar an die schon vorhandenen Theile anlegen und diese auf solche Weise vergrößern. Die Aehnlichkeit, die manche Kerne mit Blutkörperchen des Menschen darbieten, bewog noch Barry in neuerer Zeit, die gleiche Ansicht zu vertheidigen. Man weiß aber jetzt, daß die Haargefäße überall vollkommen geschlossene Wände besitzen und daß die Poren von diesen keine dichten Körperchen unter regelrechten Verhältnissen durchlassen. Alle Beobachtungen, die mit besseren Mikroskopen über die Ernährungs- und Wachsthumserscheinungen angestellt worden, sprechen auch entschieden gegen jene frühere Vorstellungsweise. Vergl. §. 766.

1651 Die Ernährungsflüssigkeit, die von dem Blute geliefert wird, bildet nur die allgemeine Mutterlauge, aus der sich die einzelnen Gewebe absetzen. Man kann zwar mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, daß ihre Zusammensetzung in den einzelnen Körpertheilen ungleich ausfallen wird, weil die mechanischen Verhältnisse der Haargefäße mannigfache Eigenthümlichkeiten an vielen Orten darbieten. Die anatomischen Verhältnisse lehren aber zugleich, daß auch hierbei die Gewebtheile selbst wesentlich eingreifen.

1652 Wir haben schon früher (§. 406.) gesehen, wie dieselbe Ernährungsflüssigkeit einer gewissen Menge von Elementartheilen dient und jedes von ihnen die ihm nützlichen Stoffe aufnimmt, die übrigen dagegen zurückweist. Eine gewisse gleichartige Anziehung kam auf diese Weise zu Stande. So eigenthümlich auch dieses Verhältniß zu sein scheint, so erklärt es sich doch aus den im Anfange dieses Werkes (§. 29 fgg.) entwickelten Vorstellungen der Lebensthätigkeiten. Die Natur braucht nicht nothwendiger Weise die allgemeinen physikalisch-chemischen Normen zu überschreiten, um dieses wunderbare Ziel zu erreichen.

1653 Wächst ein Organ, so müssen sich Festgebilde aus seiner Ernährungsflüssigkeit niederschlagen. Verlängert sich ein Haar oder ein Nagel des erwachsenen Menschen fortwährend, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sich hier das Gleiche wiederholt. Der größte Theil der Gewebe aber behauptet sich in dem vollendeten Körper in hartnäckigerer Weise. Das Nervensystem, die Muskeln, die Knochen und viele andere Theile nehmen

nicht so sichtlich wie jene Hornbekleidungen zu. Die Rolle, die in ihnen die Ernährungsflüssigkeit spielt, bleibt daher zweifelhafter.

1654 Hält man die Ansicht fest, daß jede Thätigkeit mit einem entsprechenden Stoffverbrauche verknüpft ist, so sind zweierlei Vorstellungen möglich. Die Ernährungsflüssigkeit selbst kann zu diesem Zwecke dienen. Sie zersetzt sich, wie der Weingeist, der den brennenden Docht durchtränkt. Man kann aber auch annehmen, daß jedes Mal ein Theil des wirksamen Gewebes zu Grunde geht und ein Ersatzstück aus der Ernährungsflüssigkeit ausgeschieden wird. Wir hätten in jenem Falle eine größere Beständigkeit und in diesem einen unaufhörlichen Wechsel der Gewebe. Die späteren Untersuchungen der Ernährungserscheinungen der verschiedenen Theile werden uns noch zu dieser Frage zurückführen.

1655 Viele Eigenschaften der Ernährungsflüssigkeit lassen sich nicht mit Sicherheit ergründen, weil man nicht im Stande ist, sie vollkommen rein darzustellen. Wollte man es versuchen, sie durch Wasserauszüge oder durch ähnliche Mittel abzuscheiden, so würden sich bald lösliche Stoffe der Festgebilde beimischen und das Ganze verunreinigen. Wir müssen daher hier meist auf Umwegen zu einzelnen Folgerungen gelangen.

1656 Bedenken wir, daß die Ernährungsflüssigkeit eine Ausschwitzungsmasse des Blutes ist und weniger Faserstoff, als dieses und gar keine Festgebilde enthält, so ergiebt sich von selbst, daß sie wässriger als das Blut und selbst wahrscheinlich als das Blutwasser ist. Lösten sich auch in ihr Bestandtheile der Gewebe auf, so könnte dieses höchstens ihre Dichtigkeit für den Augenblick vergrößern. Das Blut und die Lymphe würden bald den früheren Zustand herstellen.

1657 Die Flüssigkeit, welche die meisten Gewebe des Körpers durchtränkt, ist farblos oder höchstens schwach gelblich gefärbt. Da die Hauptmasse des Blutfarbestoffes den Blutkörperchen angehört, das Uebrige dagegen gar keine oder eine geringe gelbliche Farbe hat, so erklärt sich dieses von selbst. Greifen aber krankhafte Störungen ein, so ändern sich diese Verhältnisse. Faulfieber, Petechien, Skorbut und ähnliche Leiden führen nicht selten zu rothen flüssigen Ausschwitzuugen. in denen Blutfarbestoff aufgelöst ist oder die Blutkörperchen in Folge der Berstung von Haargefäßen enthalten.

1658 Eiweiß, Fett und Salze und vielleicht auch umgesetzter Faserstoff sind wahrscheinlich in der regelrechten Ernährungsflüssigkeit aufgelöst. Wie sich der Faserstoffgehalt des Blutes in entzündlichen Zuständen vergrößert, so bilden sich auch dann nicht selten Ausschwitzungen, die von selbst gerinnen (§. 1476.).

1659 Blutmenge der einzelnen Theile. — Die bloße Betrachtung des Baues der verschiedenen Organe lehrt schon, daß nicht alle die gleiche Blutmenge in Verhältniß zu ihrem Rauminhalte aufnehmen. Dreierlei Umstände können hier von entscheidendem Einflusse sein.

1) Hat ein Gebilde die Bestimmung, die Blutmasse selbst wesentlich zu verändern, so erhält es auch große Mengen dieser Flüssigkeit. Wir haben schon früher (§. 1149.) gesehen, wie sehr in dieser Hinsicht die

Lungen, die Leber und die Nieren begünstigt sind. Diejenigen Theile, die, wie die Milz oder die cavernösen Körper der Geschlechtstheile, starke venöse Maschengewebe besitzen, reihen sich hier zunächst an. Ihre Hohlräume fassen schon von vorn herein beträchtliche Blutmengen. Bestimmte Nebenverhältnisse begünstigen es, daß mehr einströmt und daß ihr Inhalt für längere Zeit zurückgehalten wird (§. 1156.).

2) Bedarf ein Theil seines engeren Umsatzes wegen mehr Ernährungsflüssigkeit, so geht auch eine reichlichere Blutmenge durch ihn hindurch. Der Muskel erhält aus diesem Grunde zahlreichere Haargefäße, als die mit ihm verbundene Sehne. Die graue Masse des Gehirns und des Rückenmarkes hat wahrscheinlich deshalb eine größere Zahl von Capillaren, als die weiße.

3) Finden sich die Verbindungen, die ein Gewebe nöthig hat, nur in geringen Mengen im Blute vor, so muß sich die Masse dessen, was durchfließt, vergrößern. Das Blut enthält z. B. im Durchschnitt 0,176% Erdsalze und Eisenoxyd auf 7,039% Eiweiß und Faserstoff. Der Knochen und die Zähne bedürfen aber vor Allem jener Erdverbindungen. Zögen sie sie eben so leicht, als die erwähnten Proteinkörper an, so könnte doch die 40fache Blutmasse die gleiche Menge liefern. Der wachsende Knochen muß sich schon aus diesem Grunde durch seinen Gefäßreichthum auszeichnen. Hat er seine Ausbildung erreicht, so wechseln seine Elemente in geringerem Grade. Seine Marktheile behalten aber nichts desto weniger viele starke Gefäßnetze bei. Die bedeutende Gefäßentwickelung, die wir in dem Zahnsäckchen antreffen, erklärt sich aus denselben Voraussetzungen.

Der Blutreichthum eines Theiles hängt nicht bloß von der Weite seiner Gefäße, sondern auch von der Geschwindigkeit der durchströmenden Flüssigkeit ab. Die Einflüsse, die in dieser Hinsicht die Formen der Capillaren ausüben, sind schon §. 1088. erläutert worden.

1660 Erhöht sich die Thätigkeit eines Organes, so vergrößert sich auch seine Masse und seine Blutmenge. Ein Muskel, der häufig geübt wird, ist in dieser Hinsicht einem ruhenden gegenüber im Vortheil. Hypertrophische Theile bieten nicht selten einen ähnlichen Ueberfluß an Blut dar.

1661 Verhältniß der Blutströme zu den Gewebeelementen. — Die Capillaren können eine doppelte Stellung zu den Gebilden, die sie ernähren, einnehmen. Sie umspinnen die Gewebe allseitig oder verbreiten sich nur in ihrer Nähe, ohne in ihr Inneres einzudringen. Dieses Verhältniß findet sich in den sogenannten blutgefäßlosen, jenes dagegen in den blutgefäßreichen Theilen.

1662 Der Nagel, das Haar und die Oberhaut nehmen keine Blutgefäße in ihr Inneres auf. Das Blut, das sie erzeugt und erhält, strömt erst unter jenen Horngebilden in der Lederhaut, die so ihren Mutterboden oder ihre Matrix darstellt. Die jüngsten Gewebtheile grenzen an sie unmittelbar, während die ältesten am weitesten von ihr entfernt sind.

1663 Die Krystalllinse befindet sich in ähnlichen Verhältnissen. Die Blutgefäße, aus denen sie ihre Ernährungsflüssigkeit schöpft, verbreiten

sich höchstens an einzelnen Stellen der Linsenkapsel. Sie durchsetzen aber zu keiner Zeit des Lebens das Innere der Linsenmasse. Die jüngeren Schichten liegen auch bei ihr wahrscheinlich immer an der Oberfläche.

Halten wir uns nur an die allgemeinen Ernährungsverhältnisse, so unterscheiden sich bloß die blutgefäßlosen und die blutgefäßreichen Gewebe dem Grade nach. Eine scharfe Grenze trennt sie nicht von einander. Die Ernährungsflüssigkeit, die das Blut der Nagelmatrix z. B. liefert, kommt zuerst mit den jüngsten, zunächst gelegenen Hornschichten in Berührung. Nur dasjenige, was diese durchlassen oder ausscheiden, kann von den älteren Geweben benutzt werden. Die gleichen Verhältnisse kehren nicht bloß in den anderen Horngebilden, in der Krystalllinse und in den Zähnen, sondern auch in den Knochen wieder. Verläuft ein Gefäß in einem Markkanälchen, so werden sich die Knochenblätter, die es unmittelbar begrenzen, der abgesetzten Ernährungsflüssigkeit zuerst erfreuen. Die übrigen hängen gleichsam von ihrer Gnade ab. Durchtränkt auch die Mischung, die ein Haargefäß der Muskeln ausscheidet, die Muskel- und Nervenfasern zugleich, so haben doch wieder die Umhüllungsgewebe und die oberflächlichen Gebilde der einzelnen Fasern vor den in ihrer Mitte befindlichen Theilen den Vorzug. Was sich in den blutgefäßlosen Geweben auf größere Raumstrecken ausdehnt, vertheilt sich in den blutgefäßreichen auf zahlreiche kleinere Bezirke. 1664

Verschiedene Seiten der Ernährungserscheinungen. — Der Wechsel, den die Ernährungserscheinungen in den einzelnen Theilen unseres Körpers und in dem Organismus im Ganzen einleiten, bezieht sich auf die Form der Gebilde, die Gewichte der Einnahmen und der Ausgaben und den Umsatz, dem die eingeführten Stoffe und die Organe selbst unterworfen sind. Morphologische, statistische und chemische Untersuchungen kommen daher hier in Betracht. 1665

1. Formverhältnisse der Ernährungserscheinungen.

Blut und Lymphe. — Wir haben früher (§. 810.) gesehen, wie fortwährend der Milchsaft und die Lymphe neue Festgebilde dem Blute zuführen. Manche von ihnen erreichen schon die Form der Blutkörperchen in dem Saugadersystem selbst; andere wechseln erst noch ihre Gestalt, nachdem sie der Blutmasse einverleibt worden. Erhielten sich unter diesen Verhältnissen die Blutkörperchen das ganze Leben hindurch, so müßte ihre Zahl stetig zunehmen. Das Blut würde binnen Kurzem mit ihnen überfüllt. Die Gefäße könnten zuletzt nicht mehr Raum genug darbieten, um alle Körperchen aufzunehmen. Es muß daher wieder ein Theil von ihnen auf irgend eine Weise verloren gehen, um das Gleichgewicht herzustellen. 1666

Man weiß bis jetzt noch nicht, wie dieses geschieht und ob sich die Blutkörperchen an allen Stellen des Körpers oder nur in einzelnen Organen auflösen. Die zahlreichen Ansichten, die man in dieser Hinsicht

vorgetragen hat, beruhen auf bloßen Vermuthungen, die sich häufig sogar nur auf unvollständigen Beobachtungen stützen.

Wir haben schon früher (§. 810.) gesehen, wie schwierig es ist, sich mit Gewißheit über die Veränderungen, welche die verschiedenen Festgebilde des Milchsaftes und der Lymphe erleiden, zu unterrichten. Dasselbe gilt von den Schicksalen der Blutkörperchen [1]). Die farblosen körnigen Kugeln, die im Blute vorkommen, sind wahrscheinlich die Vorläufer der späteren Blutkörperchen. Ein Theil von ihnen stammt unzweifelhaft aus der Lymphe, die stetig dem Blute beigemengt ist. Es läßt sich jedoch nicht mit Sicherheit angeben, ob nicht auch solche Körperchen im Blute selbst erzeugt werden. Hat ein Mensch oder ein Thier große Mengen von Blut verloren, so vermehrt sich nach Remak [2]) die Zahl der farblosen Körperchen in der übrig bleibenden Blutmasse, die ihren früheren Zustand wieder zu erlangen strebt. Sie soll auch nach Müller nach der Verdauung in dem Blute der Menschen und der Thiere zunehmen.

Hewson [3]) schrieb den Lymphdrüsen und der Thymus die Rolle zu, die Kerne der Blutkörperchen zu erzeugen. Ihre Hüllen sollten vorzugsweise in der Milz entstehen. Aehnliche Ansichten wurden häufig in neuerer Zeit wiederholt, ohne daß es hierüber zu einem Abschlusse gekommen ist.

Prevost und Dumas sahen schon die Leber des Embryo als den Theil, in dem die Blutkörperchen erzeugt werden, an. Reichert wiederholte später diese Annahme. Die Untersuchungen von Kölliker [4]), Fahrner und E. H. Weber [5]) führen zu derselben Vermuthung. Farblose Körperchen herrschen nach ihnen in dem Blute der Leber von Embryonen der Säugethiere und der Vögel mehr, als in dem anderer Körpertheile vor.

Die Auflösung der alten Gebilde ist eben so wenig genügend ermittelt. Es wäre möglich, daß ein Theil der farblosen Körperchen zu Grunde geht, ohne eine höhere Ausbildung zu erreichen. Da aber auch wahre Blutkörperchen von den Saugadern aus eingeführt werden, so muß ein Theil von diesen Gebilden des Gleichgewichts wegen schwinden. C. H. Schultz [6]) giebt an, daß der Einfluß der Athmung ihre Kerne immer mehr verkleinert, bis sie endlich gänzlich verloren gehen. Eine stets größere Menge von Stoffen dringt durch die Hülle der Blutkörperchen, so daß sie zuletzt hohle Bläschen darstellen. Diese Ueberreste werden dann vorzugsweise in der Pfortader zur Gallenbildung verbraucht. Henle [7]) fand ebenfalls, daß sie nur mit Farbestoff gefüllte Bläschen vor ihrem Verschwinden darstellen.

Erinnern wir uns, daß der Kern der Blutkörperchen der Menschen und der Säugethiere von vielen Forschern seiner Kleinheit wegen bestritten wird, und daß man hier überhaupt auf Theile stößt, deren Elemente an den Grenzen der möglichen mikroskopischen Forschung liegen, so müssen wir zugeben, daß es wahrscheinlich bei jenen höheren Geschöpfen nie gelingen wird, zu sicheren Ergebnissen zu gelangen. Die Vögel, Amphibien und Fische haben zwar größere Blutkörperchen. Ihr Pfortadersystem beschränkt sich aber nicht bloß auf die Leber, sondern dehnt sich auch auf die Nieren aus. Die Verhältnisse können sich daher hier in bedeutenderem Grade, als im Menschen verwickeln.

Beobachtungen, die man an Fröschen anstellt, führen nur zu unbestimmten Ergebnissen. Enthauptete Thiere können nicht zu solchen Zwecken benutzt werden, weil die

---

[1]) Vergl. die Zusammenstellung von H. Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1843. 8. S. 243 und von Henle, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1846. 4. S. 64 — 69.

[2]) R. Remak, Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen. Berlin, 1845. 8. S. 24 u. S. 105 fgg.

[3]) Guil. Hewsoni, Opus posthumum sive rubrorum sanguinis particulorum et fabricae usus que glandularum lymphaticarum, thymi et lienis descriptio Lugd. Batav. 1785. 8. p. 94 fgg.

[4]) Kölliker, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. Heidelberg, 1844. 8. S. 142 fgg.

[5]) E. H. Weber, Ebendaselbst. S. 160.

[6]) C. H. Schultz, das System der Circulation. Stuttgart und Tübingen. 1836. 8. S. 72. 73.

[7]) Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. 8. S. 458.

aus der Wunde ausfließenden Blutmassen andere in den Körpergefäßen nachrücken lassen. Die Blutkörperchen, die man in der Leber findet, sind daher erst nach dem Tode oder wenigstens in den letzten Lebensaugenblicken eingetreten. Ich schnürte deshalb einen Faden hinter dem Kopfe eines Frosches fest zu und tauchte das Thier unter Oel, bis es sich nicht mehr regte. Die Blutkörperchen der Haargefäße der Leber wichen weder in ihrer Form, noch in ihrer Größe von denen der Lungen ab. Ihre Kerne zeigten sich nur minder deutlich ohne weitere Vorbereitung. Essigsäure brachte sie aber eben so gut, als in den Blutkörperchen der Lungen zum Vorschein. Eine größere Menge von Farbestoff oder andere Ursachen können vielleicht diesen Unterschied, der nicht einmal immer nachzuweisen ist, bedingt haben.

Viele Forscher legen ein großes Gewicht darauf, welche Gestalten die farblosen Körperchen darbieten, ob sie einen oder mehrere Kerne besitzen und ob diese in der Mitte oder seitlich gelagert sind. Bedenkt man aber, wie Vieles hier von den Zufälligkeiten der Ernährungszustände, von der Behandlungsweise und von nachträglichen Veränderungen abhängt, so muß man zugeben, daß man sich hier auf einem sehr schlüpferigen Gebiete befindet, und daß persönliche Ansichten und scheinbare Erfahrungsbeweise leichter sind, als die Ermittelung sicherer bleibender Thatsachen.

1667 Vorherrschend unorganische Absätze. — Man weiß bis jetzt noch nicht, ob die mikroskopischen Krystalle kohlensaueren Kalkes (Fig. 199.), die in dem Vorhofe des Gehörorganes vorkommen und hier die Gehörsteine niederer Thiere vertreten, mit den Ernährungsverhältnissen wechseln oder nicht. Die Kalksäckchen der Frösche, die an den Zwischenwirbellöchern liegen, haben häufig einen verschiedenen Umfang. Sie sind in manchen Thieren sehr klein, in anderen dagegen so groß, daß je zwei benachbarte Anhäufungen an einzelnen Stellen zusammenstoßen. Diese beiden Gegensätze können im Frühjahre in Fröschen, deren Eierstöcke strotzend gefüllt sind, beobachtet werden. Die Entwickelung der Kalksäckchen hängt daher wahrscheinlich nicht mit der Thätigkeit der Geschlechtswerkzeuge, sondern mit der Nahrungsweise zusammen.

Fig. 199.



1668 Die krystallinischen Kugeln, die den Hirnsand des Menschen bilden, zeigen deutliche Spuren eines allmähligen Wachsthumes. Die Figur 200. abgebildeten Formen, die man sich am leichtesten durch die Einwirkung einer kaustischen Kalilösung auf die Zirbeldrüse oder die Adergeflechte zur Anschauung bringt, führen zu diesem Schlusse. Eine der einfachsten Gestalten *a*, Fig. 200., besteht in einer Kugel, die concentrisch geschichtet ist. Die einzelnen Lagen setzen sich hier wahrscheinlich allmählig ab. Nicht selten vereinigen sich zuerst mehrere Kugelgebilde *b*, Fig. 200. Sie werden dann von kreisförmigen Absätzen gemeinschaftlich umgeben. Zerdrückt man diese Körper, so springen sie, wie *c* zeigt, strahlig. Ihre einzelnen Schichten lösen sich aber gewöhnlich nicht von einander

Fig. 200.



1669 Es kommt im Ganzen seltener vor, daß sich später nur dünne Blättchen, *e* Fig. 201., an die schon gebildeten Massen anlegen. Linienförmige Absätze, die das Aussehen haben, als beständen sie aus zusammengeschmolzenen Tropfen, verbinden bisweilen solche gesonderte Kugelmassen (*f* Fig. 201.). Alle diese Gebilde bestehen aus vorherrschenden Mengen von Erdsalzen. Scherer[1]) fand 22,46% organischer Verbindungen, 17,22% kohlensaueren und 60,32% phosphorsaueren Kalkes in dem Hirnsande des Menschen. Die Concremente des Pferdeharnes enthalten sehr große Mengen kohlensauerer und nur geringe von phosphorsauerer Kalkerde.

Fig. 201.



Wir haben schon früher (§. 1632.) gesehen, daß viele Harnsteine ihre Schichten in gleicher Weise absetzen. Die übrigen Erdmassen, die in dem Körper vorkommen, zeigen nur in Einzelfällen ähnliche Bildungen.

1670 Fettgewebe. — Seine Menge wechselt am auffallendsten nach Maaßgabe der Ernährungszustände. Lassen wir die aufgelösten Fette und die Oelmassen, die einzelne Drüsen ausscheiden (§. 1465.) bei Seite, so bildet das übrige Fett, das in unserem Körper vorkommt, Bläschen, in denen eine zarte Proteinhülle *a*, Fig. 202., einen Oeltropfen *b* eng umschließt. Diese Fettzellen häufen sich dann zu größeren Träubchen, die von Gefäßen, Nerven und Zellgewebe durchzogen werden.

Fig. 202.

1671 Das Fett, das zu mechanischen oder anderen Zwecken nöthig ist (§. 80.), wird gleich den übrigen Geweben in allen Fällen hergestellt. Sonst dagegen setzen sich vorzugsweise die Fettzellen an Orten, die durch ihre Nebenverhältnisse begünstigt sind, ab. Wir finden sie daher z. B. häufig in der Nähe größerer Blutgefäße, zwischen den Bündeln der in ihrem Innern ohnedieß mit einer fettigen Masse gefüllten Nervenfasern und in der Nachbarschaft der Hornmassen.

1672 Führt die Nahrungsweise zu einer größeren Anhäufung des Fettes, so lagert es sich zunächst an den Stellen, wo es auch schon im regelrechten Zustande vorkommt, in reichlicher Menge ab. Das Fettgewebe, das unter der Haut liegt, vergrößert sich dann und vermehrt die Fülle und Rundung des Körpers. Das Gekröse und die Netze, die Umgebungen der Leber, der Nieren, des Herzens, die Zwischenräume des Zellgewebes, der Muskeln und der Nerven, das Mark der Knochen füllen sich später mit zahlreichen Fettzellen.

---

[1]) Scherer, chemische und mikroscopische Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg, 1843. 8. S. 198.

1673 Hat der Körper stickstofflose Verbindungen für seinen Bedarf und vorzüglich für seine unmerklichen Ausgaben der Lungen- und Hautausdünstung nöthig und kann er sie nicht aus den eingeführten Nahrungsmitteln bereiten, so wird sein Fett angegriffen. Es schwinden zuerst die Massen, die sich ungewöhnlicher Weise in einzelnen inneren Organen angehäuft haben. Das Hautfett kommt dann an die Reihe. Die Lederhaut wird hierdurch gleichsam zu weit und bildet Falten und Runzeln. Fettmassen, die einzelne Thätigkeiten unerläßlich machen, erhalten sich auch bei der größten Abmagerung. Wir finden sie daher immer in der Augenhöhle und an den Wangen in der Umgebung der Kaumuskeln.

1674 Die einzelnen Fettzellen schwinden in diesen Fällen, ohne deutliche Spuren ihres früheren Daseins zu hinterlassen. Es kann jedoch auch hierbei eine eigenthümliche Art von Gebilden auftreten. Man findet nämlich bisweilen unter der Lederhaut sehr abgemagerter Leichen rundliche bis eckige Zellen, die einen Kern und in dessen Umkreise einzelne zerstreute oder zusammengeflossene Oeltropfen enthalten.

Fig. 203.

Die Fettzellen der gewöhnlichen Fettgeschwülste oder Lipome gleichen denen des gesunden Fettes. Krystallinische feste Fette setzen sich aber auch häufig unter krankhaften Verhältnissen ab. Nadeln, wie sie Fig. 203. darstellt, oder Tafeln und Blätter dichter Fette kommen nicht selten in Geschwülsten, in brandig abgestorbenen Theilen und unter anderen regelwidrigen Verhältnissen vor.

1675 Körniges Pigment. — Die Körperchen, durch die es erzeugt wird, liegen gewöhnlich in Zellen, die rund, vieleckig, vorzüglich sechseckig (*a* Figur 204.) oder zackig (*b*) sind. Sie gehören zu den Inhaltsgebilden, die neben dem Kerne vorkommen. Sie setzen sich zuerst um diesen ab, häufen sich aber oft in solcher Menge, daß sie den ganzen inneren Zellenraum einnehmen, den Kern völlig verdecken und eine fortlaufende, schwarz gefärbte Fläche erzeugen.

Fig. 204.



1676 Das Auge hat seine Pigmenthäute zu optischen Zwecken nöthig. Es wäre möglich, daß es eben so, wenn es in der äußeren Haut abgelagert ist, die Wärmestrahlungsverhältnisse derselben ändert. Es erlangt daher in diesen Fällen die Bedeutung von wesentlichen Organtheilen. Die vielen zerstreuten Pigmentabsätze dagegen, die in dem Körper vorkommen, und die häufig ihrem Verhalten nach wechseln, scheinen gleich dem Fette gewisse Nebenerzeugnisse der Ernährungsverhältnisse zu bilden. Wir finden sie deshalb oft an den Wänden der Blutgefäße und als Begleiter der Horngewebe. Vermehren sich die Pigmentmolecüle in einem erkrankten Theile, so haben wir die Melanose. Diese gehört aber nicht zu den vollkommen selbstständigen Leiden, sondern geht ebenfalls aus Nebenabsätzen hervor. Man bemerkt sie daher in gutartigen und bösartigen Geschwülsten der mannigfachsten Art. Die Pigmentkörperchen werden dann

oft nach Günther [1]) vorzüglich in den dunkelen Flecken des Darmes von feinen Zellen umgeben.

1677 Die übrigen Farbestoffe, die wir in dem Körper antreffen, rühren entweder von rein physikalischen Verhältnissen der Interferenz des Lichtes oder von chemischen Eigenthümlichkeiten her. Die Tapete des Auges der Säugethiere kann uns ein Beispiel des ersteren und die rothe Färbung der Muskeln ein solches des letzteren Falles liefern. Der Farbestoff des Blutes steht wahrscheinlich mit den chemischen Färbungen in inniger Beziehung. Die Fäulniß kann einzelne Muskeln der Fische, die im frischen Zustande blaß sind, hochroth färben.

1678 Oberhaut. — Sie lehrt am deutlichsten, wie geschichtete blutgefäßlose Gewebe, die nur von einer Seite her ihre Nahrung erhalten, fortwachsen. Ist ihr Gewebe vollkommen entwickelt, so besteht es aus eckigen Zellenblättchen, wie sie Fig. 205. darstellt. Ein röthlicher oder grauer Kern *b* wird von einem Zellensaume *a* umgeben. Ist die Zelle sehr dünn, so treibt er sie an seiner Lagerungsstätte, seiner größeren Dicke wegen, bauchig auf.

Fig. 205.

1679 Gelingt es, sich einen vollständigen feinen Durchschnitt aller Theile der Oberhaut mittelst des Doppelmessers zu verfertigen, so sieht man, wie sich die Gewebtheile von der Lederhaut aus allmählig vervollkommnen. Das Ganze besteht aus einer Menge von Schichten, die über einander liegen. Wir finden zuerst nur Kerne, die unmittelbar an die Lederhaut grenzen. Sie umgeben sich dann mit schmalen Zellensäumen. Diese vergrößern sich später, so daß die Kerne, wenn sie auch noch an und für sich wachsen, verhältnißmäßig kleiner werden. Ist im Anfange die Zelle hell und durchsichtig, so trübt sie sich in der Folge und erhält ein grauweißes Ansehen. Kleine Körnchen setzen sich an ihren Wänden und vielleicht auch in ihrer Masse ab. Ihre Verhornung spricht sich auf diese Weise deutlicher aus. Sie verliert hierbei ihren flüssigen Inhalt, wird immer platter und geht endlich in ein dünnes Blättchen über. Die Kerne werden zugleich blasser und nicht selten körniger.

1680 Diese Veränderungen deuten darauf hin, daß sich allmählig der vollendete Hornstoff, den wir in den älteren Oberhautschichten finden, aus allgemeiner verbreiteten Proteinmassen entwickelt. Das Blut, das in dem Inneren der Lederhaut strömt, liefert die nöthige Ernährungsflüssigkeit. Sie setzt den Malpighi'schen Schleim, d. h. die jüngsten Kerne und Zellen ab. Die Neubildung geht unausgesetzt fort, weil sich die ältesten Oberhautzellen an der entgegengesetzten Seite losstoßen. Denken wir uns, die ganze Oberhaut bestünde im Anfange aus den drei Lagen 1, 2, 3, von denen 1 die älteste und 3 die jüngste

Fig. 206.

[1]) A. F. Günther, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Für Aerzte und Studirende. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 270.

ist, so fällt allmählig 1 in der Form von mikroskopischen Blättchen ab. Das Waschen, die Reibung und ähnliche Zufallsbedingungen entfernen sie (§. 1470.). Eine neue Lage 4 erzeugt sich indeß in der Tiefe, während 3 und 2 stufenweise in ihrer Entwickelung fortschreiten. Es erhält sich daher unter diesen Verhältnissen eine Oberhaut von der gleichen Dicke. Ihre einzelnen Bestandtheile wechseln aber von Zeit zu Zeit. Andere ersetzen binnen Kurzem die früheren. Dieser Gang dauert das ganze Leben hindurch. Selbst der Hungertod hebt ihn nicht auf.

Ausnahmszustände und Krankheiten stören nicht selten die gewöhnlichen Verhältnisse der Oberhaut. Wir haben schon früher (§. 90.) gesehen, wie ein anhaltender Druck ihre Dicke vergrößert. Sie wird dann härter und kann selbst in seltenen Fällen Kalkabsätze aufnehmen. Oertliche Hautreize, die mit entzündlichen Aufregungen verbunden sind, lassen leicht eine reichlichere Menge von Ernährungsflüssigkeit aus den Haargefäßen der Lederhaut durchschwitzen. Sie ist dann wässriger, eignet sich nicht zu der regelrechten Erzeugung von Zellen und Kernen und treibt die Oberhaut blasig auf (§. 1473.) Entleert sie sich nicht von selbst oder wird sie nicht auf künstlichem Wege entfernt, so schwindet sie wieder später auf dem Wege der Aufsaugung. Die Wirkungen eines spanischen Fliegenpflasters und leichtere Verbrennungen der Haut liefern uns hierfür die deutlichsten Belege.

Viele ausgedehntere Hautentzündungen werden am Schlusse von einer eigenthümlichen und verstärkten Hautabschuppung begleitet. Wir sehen schon häufig, daß sich kleine Lappen derselben nach der Heilung nicht sehr ausgedehnter Wunden oder in der Umgebung von Geschwüren losstoßen. Hat aber ein Mensch den Scharlach, die Masern und ähnliche Hautausschläge überstanden, so geht die Oberhaut lappenweise ab. Die eines Fingers oder der ganzen Hand löst sich nicht selten auf ein Mal los.

Während sich sonst die Oberhautblättchen, ehe sie abfallen, von einander trennen, bleiben sie hier ziemlich fest verbunden und bilden eine fortlaufende Lage. Diese Erscheinung hängt vermuthlich damit zusammen, daß die Losstoßung zu frühzeitig oder zu stürmisch eingreift. Denn die jüngeren Hornzellen haften auch unter regelrechten Verhältnissen inniger an einander, als die älteren.

Sind die kleinen Schuppen, die sich in der Nähe einer Narbe oder eines Geschwüres erzeugen, abgegangen, so ist meist die hierdurch frei gelegte Oberhaut glatter als sonst. Die innigere Verbindung der jüngeren Hornzellen veranlaßt vermuthlich auch diese Erscheinung.

Die Verhornung selbst kann unter regelwidrigen Verhältnissen eine Höhe, die sie sonst nie erreicht, erlangen. Die Elephantiasis (§. 827.) und die Schuppenkrankheit gehören zu den Leiden, welche diese Entartung am weitesten kommen lassen.

Die Schimmelbildungen der Oberhaut und der übrigen Horngewebe sind schon §. 388. angegeben worden.

1681 Da häufig das Pigment als Nebenbildung der Hornmasse auftritt, so finden wir auch nicht selten, daß die Oberhaut verschiedene bleibende Färbungen darbietet. Die helle oder dunkele Hautfarbe der kaukasischen Race hängt schon hiermit zusammen. Das Pigment ist hier nur selten in der Form besonderer Körnchen abgelagert. Die Hornmasse selbst hat vielmehr einen Strich in's Dunkele. Diese Ablagerung kann wie das Fett mit der Verschiedenheit der Ernährungszustände wechseln. Die Hautgebilde der Brustwarze und der Umgebung derselben werden oft in Schwangeren bräunlicher. Der Teint ändert sich nicht selten nach einem längeren Aufenthalte in heißen, schattenlosen Gegenden.

1682 Die schwarze Oberhaut des Negers führt zwar einzelne Pigmentzellen. Die Hauptursache der dunkeleren Färbung liegt aber nach

Krause [1]) in eigenthümlichen dunkelbraunen Kernen, die häufig noch dunkelere Kernkörperchen führen. Sie verbreiten sich längs der Spitzen der Hautwarzen und liegen nesterweise zwischen ihnen. Die Zellen der tieferen Oberhautschichten sind zwar ebenfalls braun, aber schon um vieles heller, als jene Kerne. Die mittleren Epidermidallagen enthalten hellere Kerne und Zellen. Einzelne Pigmentzellen finden sich in ihr und in der äußeren Hornschicht der Oberhaut. Die letztere ist zwar sehr blaß, doch immer noch dunkeler, als die von weißen Menschen.

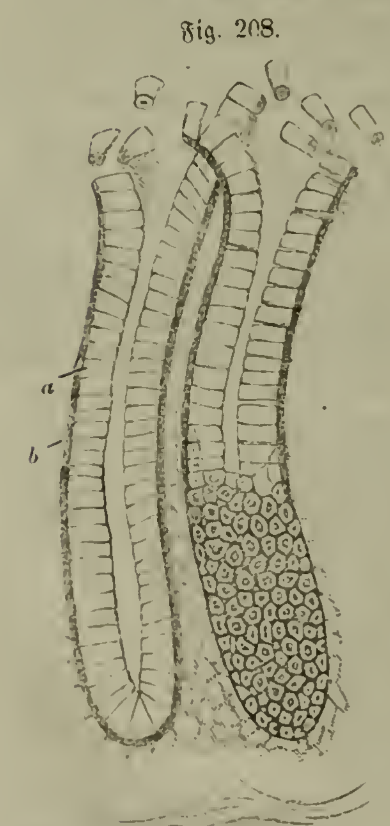
Da man annehmen kann, daß die Negerhaut dem gleichen Wechsel der Horngebilde, wie die der weißen Menschen unterliegt, so ergiebt sich von selbst, daß hierbei die Pigmentmassen wesentliche Veränderungen erleiden. Der Entwickelungsgang der dichten Horngebilde mancher Thiere bietet ähnliche Erscheinungen dar.

Die Sommersprossen rühren ebenfalls nach Krause [2]) von gefärbten Zellen und Kernen und eigentlichen Pigmentzellen her. Da sie häufig mit der Zeit schwinden, so müssen auch die Ernährungsbedingungen das Auftreten ihrer Farbestoffe bestimmen.

Fig. 207.



Fig. 208.



1683 Epithelien. — Viele der inneren Epithelien verhalten sich ähnlich, wie die Oberhaut. Sie besitzen zahlreiche, über einander liegende Schichten, von denen die obersten und ältesten losgestoßen werden. Junge Lagen entstehen dafür in der Tiefe von Neuem. Der Speichel enthält auf diese Weise eine bedeutende Menge dieser fortwährend abgehenden Blättchen (Fig. 207.). Bruchstücke anderer Epithelien finden sich nicht selten in dem Magen- und Darmsafte, der Galle der Gallenblase und in dem Schleime der verschiedensten Häute. Sie werden hier häufig ferner verändert (§. 1480.).

1684 Einzelne dieser Epithelien haben unter regelrechten Verhältnissen eine Reihe vorräthiger jüngerer Schichten, die sich nach der Losstoßung der älteren stetig entwickeln. Ein solcher Vorrath mangelt dagegen in anderen. Die Epithelialcylinder der Magendrüschen des Schweines z. B. (Fig 208.) stehen unmittelbar auf der das Ganze umschließenden Begrenzungshaut oder werden von ihr nur durch eine Bildung einfacherer Art getrennt. Aehn-

[1]) Krause, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1844. 8. S. 121. 122.

[2]) Krause, Ebendaselbst. S. 123.

liche Verhältnisse kehren in den Lieberkühn'schen Drüsen des Darmes des Menschen wieder. Stoßen sich diese Epithelien los, so muß ihre Wiederherstellung einen längeren Entwickelungsgang durchmachen.

Da häufig die Pflaster-, die Cylinder- und die Flimmerepithelien unter gesunden und krankhaften Verhältnissen abfallen und später durch neue ersetzt werden, so müssen die regelrechten Ernährungserscheinungen alle Bedingungen, die zur Erzeugung dieser Gewebtheile erforderlich sind, mit Leichtigkeit liefern. Die näheren Verhältnisse dieses Herganges sind noch gänzlich unbekannt. 1685

Die Erscheinungen, welche die Flimmerepithelien darbieten, werden uns in der Bewegungslehre ausführlich beschäftigen.

Nägel. — Die Nägel und die Haare wechseln von Zeit zu Zeit eben so durchgreifend, als die Oberhaut. Die vorgeschobenen älteren Theile werden in der Regel von den Gebildeteren auf künstlichem Wege entfernt. Geschieht dieses nicht, so schwächt sich zwar ihre Wiederherstellung. Sie bleibt aber nie der Natur der Sache nach gänzlich aus. 1686

Die Lederhaut, die unter dem Nagel liegt, bildet eine Reihe von Längserhebungen, denen die benachbarte Nagelmasse folgt. Die Streifen, die diese nicht selten an ihrer Oberfläche darbietet, verdanken ihren Ursprung dieser Einrichtung. Das Blut, das unter dem Nagel in zahlreichen Gefäßschlingen strömt, liefert die Mutterflüssigkeit, aus der die neuen Horngewebe hervorgehen. Die Art, wie dieses geschieht, ist bis jetzt noch nicht mit Gewißheit erforscht worden. 1687

Verfolgt man die weißen Flecke, die sich häufig an dem sogenannten Monde des Nagels trennen, so sieht man, daß sie allmählig von hinten nach vorn weiter rücken, bis sie dem abschneidbaren Theile des Nagels verfallen. Man kann die gleiche Erfahrung an Flecken, die von Salpeter- oder Schwefelsäure herrühren, machen. Schneidet man ein Stückchen von der Oberfläche des Nagels aus, so füllt sich die Lücke nicht, sondern geht immer mehr bei fortdauerndem Wachsthum nach vorn. Diese Thatsachen lehren, daß die Nagelmasse von der Wurzel nach dem freien Rande wandert und daß sich ihre oberflächlichsten Schichten nicht wiederherstellen, sondern bis zu ihrer Lostrennung unverändert bleiben. 1688

Man weiß bis jetzt nicht, wie sich die einzelnen Theile der Matrix bei der Bildung des Nagels betheiligen. Manche Forscher nehmen an, daß die Wurzel allein die neue Nagelmasse schafft und die ältere vor sich schiebt. Es ließe sich aber dann schwer erklären, weshalb nicht der Nagel an der Wurzel stärker, als an seinem übrigen Theile ist. Denn die Nagelzellen platten sich ebenfalls um so mehr ab, je mehr sie verhornen und durch einen Kitt zu einer dichten Masse verbunden werden. Die Zerstörung der bloßen Wurzeltheile müßte dann auch die Nagelbildung hemmen, was nicht der Fall ist. Krankheiten der Fläche der Matrix machen übrigens den Nagel uneben und schuppig oder änderen ihn in anderer Weise. Diese Verhältnisse machen es wahrscheinlicher, daß die Matrix in ihrer ganzen Ausdehnung zu dem Wachsthum des Nagels mitwirkt. 1689

1690 Die freie Fläche kann hierbei eine doppelte Rolle übernehmen. Sie liefert nur eben so ihre Nagelzellen, wie die Wurzel, oder begünstigt zugleich, daß sich die höher gelegenen Nagelzellen in solcher Ordnung verbinden, daß eine ebene Oberfläche des Ganzen herauskommt. Die erwähnten regelwidrigen Nagelformen deuten darauf, daß eher das Letztere, als das Erstere allein der Fall ist.

1691 Nicht geschnittene Nägel wachsen verhältnißmäßig langsamer. Es ist jedoch noch unbekannt, ob ihre Vergrößerung bei einer gewissen Grenze aufhört oder nicht.

Einzelne Krankheiten der Athmung ändern die Form der Nägel. Strömt kein vollkommen hochrothes Blut in den Schlagadern von Blausüchtigen, ist der Kreislauf von Tuberkulösen oder Schwindsüchtigen beengt, so biegt sich die Oberfläche der Nägel auf eigenthümliche Weise. Die Ursache der Erscheinung ist noch gänzlich unbekannt.

Erhalten die Nägel die Neigung, in die benachbarten Weichgebilde einzuwachsen, so wird meist ein schmerzhaftes chirurgisches Verfahren zu ihrer Entfernung nöthig. Das bloße Abschneiden der vorstehenden Theile führt hier nicht zum Ziele.

1692 Haare. — Keines der dichteren Horngewebe des Menschen liefert einen so deutlichen Beleg eines einseitigen Wachsthums, als das Haar. Die Matrix setzt ihre Ernährungsflüssigkeit an der Wurzel ab. Neue Kerne und Hornzellen entstehen hier und schieben die älteren Gebilde vor sich. Die Veränderungen beschränken sich aber nicht bloß auf die unmittelbare Nachbarschaft der Blutgefäße, sondern sprechen sich noch, wenn auch in immer leiserem Grade, höher oben aus. Sie müssen daher durch die Mischungen, welche die jüngeren Gebilde weiter vordringen lassen, erzeugt werden.

1693 Vier Hautgewebe, die in dem hornigen ausgebildeten Theile des Haares vorkommen, die Oberhautschüppchen, die Zellen, die mittelst ihrer linienartigen Anreihung die Rindenfasern zusammensetzen, die zwischen diesen nicht selten mechanisch abgelagerten Pigmente und die Pigmentzellen des sogenannten Markkanals entstehen auf diese Weise. Tritt hierbei das eine Nebenprodnet des Horns, das Pigment hervor, so mangelt auch nicht das andere, das Fett. Die kleinen Drüsen, welche den Wurzeltheil des Haares begleiten, sondern eine öligte Masse ab. Sie finden sich auch in dem Raume, den die innere Wurzelscheide einschließt, und durchdringen selbst nicht selten den hornigen Haarschaft.

1694 Es ist noch nicht klar, wie jene mannigfachen Gewebtheile des Haares entstehen [1]). Die Pigmentzellen der Rinde und des Markes bilden hierbei nur einen Nebenabsatz. Denn die Hauptfarbe des Haares ist in den Hornblättchen der Rinde allgemein verbreitet. Die tägliche Erfahrung lehrt schon, daß diese Färbungen mit dem Alter und den Nebenverhältnissen wechseln. Das Grauwerden der Haare beginnt zwar in der Regel an der Spitze. Es kann jedoch auch nach Henle [2]) in Ausnahmsfällen an der Wurzel anfangen.

[1]) Vergl. Henle, allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. 8. S. 308. Krause, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 124 — 126. Günther, a. a. O. S. 304.

[2]) Henle, in Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1845. 4. S. 14.

1695 Die kurzen Wollhaare, die den größten Theil der Haut bedecken, stehen bald in ihrem Wachsthum still. Sie fallen dafür nicht selten aus und erzeugen sich leicht wieder. Die Länge der Haare des Schaamberges und der Achselhöhle findet frühzeitig ihre Grenze. Die Gesichts- und Kopfhaare dagegen wachsen stetiger fort, bleiben aber endlich ebenfalls auf einer gewissen Stufe stehen. Schneidet man sie öfter, so wird ihre Entwickelung gefördert. Ein stärkerer Blutandrang zur Matrix begünstigt sie in sichtlicher Weise. Der Bart wächst daher im Sommer rascher, als im Winter.

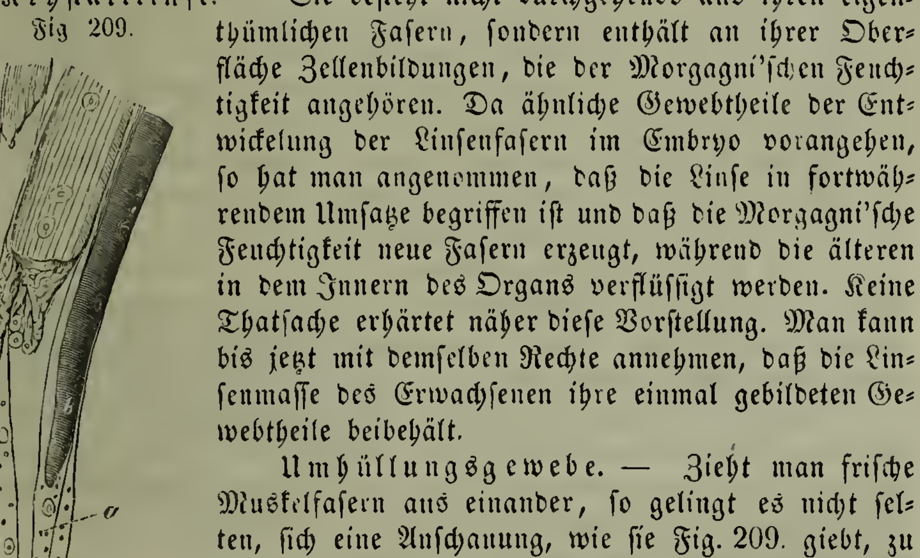
Die Ausbildung mancher Haare, wie der Schaamhaare und des Bartes des Mannes steht mit der Geschlechtsentwickelung in inniger Beziehung. Eine ähnliche Wechselwirkung wiederholt sich auch an einzelnen Stellen für die Talgabsonderung der Haut.

Die Ursachen, weshalb oft die Kopfhaare von selbst ausfallen, sind noch nicht ermittelt. Erbliche Anlage, geschlechtige Ausschweifungen und geistige Anstrengungen geben hierzu häufig Veranlassung. Die Oberhautabschuppung verstärkt sich oft zu gleicher Zeit, als würde der Hornstoff, der nicht mehr dem Haare dient, für die Vergrößerung der Oberhautbildung verwendet. Manche regelrechte Entwickelungsverhältnisse bedingen es, daß einzelne Hautstellen kahler werden oder mit vereinzelten kleinen Haaren versehen bleiben [1]).

Ueber die Pilzbildungen, die in dem Weichselzopfe beschrieben worden, s. Günsburg, in Müller's Archiv. 1845. S. 35 – 42. Vergl. auch Walther, Ebendaselbst. 1844. Seite 411 — 418. und §. 388.

1696 Krystalllinse. — Sie besteht nicht durchgehends aus ihren eigenthümlichen Fasern, sondern enthält an ihrer Oberfläche Zellenbildungen, die der Morgagni'schen Feuchtigkeit angehören. Da ähnliche Gewebtheile der Entwickelung der Linsenfasern im Embryo vorangehen, so hat man angenommen, daß die Linse in fortwährendem Umsatze begriffen ist und daß die Morgagni'sche Feuchtigkeit neue Fasern erzeugt, während die älteren in dem Innern des Organs verflüssigt werden. Keine Thatsache erhärtet näher diese Vorstellung. Man kann bis jetzt mit demselben Rechte annehmen, daß die Linsenmasse des Erwachsenen ihre einmal gebildeten Gewebtheile beibehält.

Fig 209.



1697 Umhüllungsgewebe. — Zieht man frische Muskelfasern aus einander, so gelingt es nicht selten, sich eine Anschauung, wie sie Fig. 209. giebt, zu verschaffen. Man bemerkt helle mit Kernen besetzte Hüllen *a* (das Myo- oder Sarcolemma), die jede Muskelfaser *b* wie ein Rohr einschließen. Hat man ein Mal diese Gebilde gesondert wahrgenommen, so erkennt man sie leicht an der unversehrten Muskelfaser wieder. Treten ihre Kerne nicht deutlich hervor, so be-

[1]) Vergl. Eschricht, in Müller's Archiv. 1837. S. 47.

darf es nur eines Tropfens Essigsäure, um sie anschaulich zu machen. Die Nervenfasern und manche andere Theile besitzen ähnliche Scheiden, die immer aus einer glasartigen durchsichtigen Haut und bisweilen noch aus Kernbildungen, die sich auf verschiedenen Stufen der Entwickelung befinden, bestehen.

1698 Die Umhüllungsfasern, Fig. 210., welche die Bündel des Zellgewebes, der Sehnen, der Bänder und anderer Theile umgeben, bilden eine andere Art hierher gehörender Gewebtheile. Sie zeigen ebenfalls die Eigenthümlichkeit, daß ihre Kerne verschiedene Uebergangsgrade ihrer Ausbildung darbieten.

Fig. 210.



1699 Dieser Umstand hat die Annahme, daß man hier den Ausdruck stetig vor sich gehender Ernährungsveränderungen vor sich habe, veranlaßt. Es läßt sich nicht entscheiden, ob die Umhüllungsgewebe selbst in fortwährender Umbildung begriffen sind oder nicht. Man kann aber wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie nicht in die Elemente der Muskeln, der Nerven- und der Zellgewebefasern, die sie einschließen, übergehen.

1700 Fasergewebe. — Die feinsten Fäden des Zellgewebes, der Sehnen, der Bänder und ähnlicher Fadencylindergewebe sind so dünn, daß man nicht entscheiden kann, ob sich ihre Innengebilde von ihren äußeren Theilen unterscheiden oder nicht. Die Muskel- und die Nervenfasern eigenen sich eher zu solchen Beobachtungen. Untersucht man die quergestreiften Muskelfasern genauer, so findet man nicht selten, daß diejenigen ihrer Fäden, die weiter im Umkreise liegen, schärfer gesondert und ungleicher, als die, welche die Mitte des Ganzen einnehmen, erscheinen. Jene erinnern an kräftigere und diese an veraltete in Auflösung begriffene Gebilde.

1701 Obwohl die Muskeln keine Thatsachen darbieten, die mit Sicherheit auf einen Wechsel ihrer Masse schließen lassen, so deutet doch eine Erscheinung darauf hin, daß sie mit der Zeit durchgreifende Veränderungen erleiden können. Der mittlere Durchmesser der Muskelfasern eines kräftigen Mannes unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der Fasern eines schwächlichen Mädchens [1]). Dieselben Muskelmassen haben aber einen sehr ungleichen Umfang in beiden Fällen. Es muß daher die Zahl der Muskelfasern den Unterschied bedingen. Da nun ein Muskel durch Uebung größer und durch Unthätigkeit kleiner wird, so können wir annehmen, daß auch dann die Menge der Fasern wechselt.

1702 Die Nervenfasern zeigen häufig einen noch auffallenderen Unterschied

[1]) S. Th. v. Sömmerring, Nervenlehre. Neue Ausgabe. Leipzig, 1841. 8. S. 41. 42.

von Mitte und Umkreis. Ist auch ihr frischer Inhalt vollkommen gleichförmig, so reicht doch oft schon die bloße Einwirkung des Wassers hin, um ihn in verschiedenartige Theile zu zerlegen. Die ölige Masse erstarrt z. B. ungleichartig. Sie bildet da, wo sie mit dem Wasser in Berührung kommt, kleine Nadeln, *a* Fig. 211. Ein gestreiftes Stück, das Primitivband *b*, tritt durch Druck aus der Mitte hervor, während der Umkreis *c* heller bleibt oder auf die gewöhnliche Weise gerinnt. Greifen andere Veränderungen ein, so fallen ihre Wirkungen an den verschiedenen Stellen ungleich aus.

Fig. 211.

Wollte man einen unausgesetzten Massenumsatz für die Muskel- und Nervenfasern annehmen, so könnte man diese Verschiedenheit als eine Andeutung innerer Veränderungen betrachten. Keine Thatsache weist aber bis jetzt genauer darauf hin. 1703

Fig. 212.

Knorpel. — Das Gleiche wiederholt sich für die Knorpel. Die Knorpelkörper, die nahe bei einander liegen, zeigen häufig (s. Figur 212.) verschiedene Stufen der Ausbildung. — Kleinere und schmalere Gebilde finden sich nicht selten an dem Umkreise z. B. der Rippenknorpel. Man könnte sich hiernach vorstellen, daß hier die jüngeren Bildungen abgesetzt werden. Bedenkt man aber, wie träge der Knorpel in allen seinen Ernährungsverhältnissen ist, so vermag gerade dieses Gewebe als Wahrscheinlichkeitsbeweis benutzt zu werden, daß nicht nothwendig das gleichzeitige Vorkommen jüngerer und älterer oder einfacherer und verwickelterer Gebilde mit einem fortdauernden Ernährungsumsatze verbunden ist. 1704

Knochen. — Der Querschliff eines ausgebildeten Knochens zeigt uns eine Reihe regelmäßiger Bildungen. Die Markkanälchen, *a* Fig. 213. werden von kreisförmigen Knochenblättern *b* umgeben. Die Knochenkörperchen *c* liegen an ihren Grenzlinien. Ihre Aestchen, die nach allen Seiten ausgehen, bilden ein Netzwerk, das alle Theile durchsetzt. Jüngere und ältere Entwickelungsstufen lassen sich hier nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Einzelne Forscher haben nichts desto weniger einen unaufhörlichen Ernährungsumsatz vertheidigt und sich hierbei auf physiologische Versuche gestützt. 1705

Fig. 213.



Fütterte Chossat[1]) Hühner mit Getreidekörnern, denen keine Steine beigemengt waren, so verdünnten sich die Knochen nach und nach in solchem 1706

[1]) Chossat, in den Archives du Muséum d'histoire naturelle, publiées par les professeurs administrateurs de cet établissement. Tome II. Livr. III. Paris, 1841. 4. pag. 438 — 440.

Maaße, daß die der Extremitäten bei der geringsten Gelegenheit brachen und der Brustbeinkamm eine Biegsamkeit, als wenn er knorpelig wäre, erlangte. Wurde dagegen die Nahrung mit etwas kohlensauerer Kalkerde versetzt, so hoben sich jene krankhaften Erscheinungen.

1707 Die Knochen des Huhns enthalten nach Barros 88,9% phosphorsauerer Kalkerde auf 10,4% kohlensaueren Kalkes. Diejenigen Forscher, die einen stätigen Ernährungsumsatz der Knochen behaupten, müssen daher annehmen, daß die übrigen Nahrungsmittel eine gewisse Menge von Phosphor liefern und daß sich dieser in die nöthige Menge von Phosphorsäure verwandelt, um die Knochenmasse herzustellen.

1708 Viele ältere und neuere Beobachter glaubten einen Beweis des uns hier beschäftigenden Satzes in den Veränderungen, welche die Fütterung mit Färberröthe nach sich zieht, finden zu können. Ernährt man junge Säugethiere oder Vögel mit Speisen, die reichliche Mengen von Krapp enthalten, so röthen sich bald ihre Knochen. Wechselt man aber mit solchen Mischungen und gewöhnlichen Nahrungsmitteln ab, so findet man, daß die Röhrenknochen abwechselnd weiße und rothe Streifen oder Schichten darbieten. Man glaubte daher annehmen zu können, daß diese jedes Mal während der Nahrungszeit neu gebildet werden und daß so die Knochen einer fortwährenden Veränderung ihrer Bestandtheile unterworfen sind. Schiebt man fremde unlösliche Körper zwischen der Beinhaut und dem Knochen ein, so wandern sie weiter in das Innere von diesem.

1709 Man darf zunächst nicht übersehen, daß alle diese Versuche nur in jüngeren Thieren vollständig gelingen. Fände auch ein stätiger Ernährungsumsatz der Skelettheile Statt, so müßte er sehr langsam in Erwachsenen zu Stande kommen. Eine genauere Prüfung der Thatsachen macht es überdieß noch sehr zweifelhaft, ob er hier überhaupt rascher, als in irgend einem blutgefäßreichen Gewebe durchgreift. Wäre dieses der Fall, so ließe sich erwarten, daß der Harn beträchtlichere Mengen von phosphorsauerer Kalkerde abführe. Diese Verbindung ist aber in dem Urin der größeren Pflanzenfresser, wie des Pferdes, in so geringer Menge enthalten, daß hierdurch keine irgend schnelle Veränderung der Knochenmasse gedeckt werden kann.

Duhamel suchte schon im vorigen Jahrhundert den ununterbrochenen Umsatz des Skelettes durch Versuche, die er mit Färberröthe-Fütterung machte, zu beweisen. Flourens [1]) hat in neuerer Zeit zahlreiche Beobachtungen zu dem gleichen Zwecke angestellt. Er änderte die Nahrung junger Säugethiere. Sie enthielt eine Zeit lang Krapp, und ein anderes Mal nicht. Die quer durchschnittenen Knochen, z. B. die der Extremitäten, zeigen dann abwechselnde rothe und gelbe Schichten. Jene entsprechen den Perioden der Krappfütterung und diese den Zeiten der gewöhnlichen Nahrung. Die Alizarine und nach dieser der Elsässer Krapp eigenen sich hiezu am besten.

Flourens glaubte nun, wie Duhamel, bemerkt zu haben, daß die älteren Schichten von der Beinhaut aus nach dem Marke vorrücken und endlich an diesem verschwinden. Er betrachtet daher jene als die Matrix der neuen Knochenbildungen und ertheilt der Markhaut die Bestimmung, die ältesten Schichten aufzusaugen. Seine neueren Mit-

---

[1]) Flourens, in den Annales des sciences naturelles. Tome XIII. p. 104 fgg. und in den Archives de Muséum d'histoire naturelle. Tome II. pag. 316 — 436.

theilungen [1]) geben jedoch zu, daß auch die Beinhaut aufsaugen und die Markhaut neue Knochenmasse bilden könne.

Jene Anschauungsweise streitet gegen den mikroskopischen Bau der Knochen [2]). Bestände ihre Rindenmasse aus einfachen, in einander geschachtelten Blättern, so ließe sich ein solcher Vorgang denken. Die dichte Substanz des Knochens wird aber von zahlreichen Markkanälchen durchzogen. Der größte Theil, wo nicht jedes von ihnen schließt Blutgefäße ein. Die Chemie lehrt, daß sich der Farbestoff des Krapps mit großer Leichtigkeit mit Kalksalzen verbindet und die Physiologie weist nach, daß er nach der Ernährung mit Färberröthe in reichlichster Menge von dem Blute aufgenommen wird. Es ließe sich hiernach erwarten, daß keine fortlaufenden dicken rothen Schichten in der Rindenmasse gebildet, sondern daß nur die mikroskopischen Knochenblättchen, die jedes Markkanälchen unmittelbar umgeben, die Farbe am ehesten darbieten würden. Das freie Auge könnte dann nur eine gleichförmige schwach rosenrothe Färbung oder einzelne rothe und zum Theil verwaschene Flecke wahrnehmen. Serres und Doyere [3]) glauben dieses in der That bemerkt zu haben. Die Beobachtungen von Bibra sprechen ebenfalls dafür. Auffallend bleibt dagegen die Erfahrung von Flourens, daß die Markmasse im Anfange von der Färbung verschont bleibt. Man sieht hieraus, daß nur sehr genaue mikroskopische Untersuchungen das Dunkel, das bis jetzt noch auf diesem Gebiete herrscht, aufhellen können.

Brulle und Hugueny [4]) glauben ihren Fütterungsversuchen nach annehmen zu können, daß sich die neue Masse an der äußeren, wie an der inneren Oberfläche des Knochens absetzt. Die Ablagerung soll aber nach ihnen nie längs der ganzen Ausdehnung des Knochens zu Stande kommen. Die Aufsaugung greife da ein, wo der Absatz mangelt.

Flourens [5]) schob noch Platinfäden zwischen die Beinhaut und das Schienbein von Kaninchen. Sie wurden allmählig mit neuer Knochenmasse bedeckt, wanderten so in das Innere und gelangten endlich in den Markkanal. Dieser hatte aber dann denselben Umfang, den der Knochen am Anfange besaß. Duhamel hatte schon früher ähnliche Beobachtungen gemacht. Sie können nicht zu sicheren Beweisen benutzt werden, weil es dahin gestellt bleiben muß, ob nicht krankhafte Veränderungen des Knochens überhaupt den ganzen Vorgang in eigenthümlicher Weise ändern.

1710 Sind die Knochen jüngerer Thiere gewissen Ernährungseinflüssen zugänglicher, als die von erwachsenen, so kann doch ein allmähliger Wechsel in jedem Lebensalter eingreifen. Seiler [6]) glaubt bemerkt zu haben, daß die Markmasse in sehr bejahrten Personen im Verhältniß zur Rinde bedeutend zunimmt. Diese Erscheinung läßt sich in Fötalknochen, die in ihrer Ausbildung begriffen sind, bestimmt nachweisen. Ihre Gründe werden uns in der Folge klar werden.

1711 Zähne. — Obgleich sie eine größere Beständigkeit in allen ihren Verhältnissen verrathen, so hat man auch dieselben Schlüsse, wie bei den Knochen, aus den mit Färberröthe angestellten Fütterungsversuchen gezogen. Die Einwendungen, die schon §. 1710. angeführt wurden, haben aber hier noch ein größeres Gewicht, als bei den wahren Knochengebilden.

---

[1]) Vergl. auch J. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Mit Rücksicht auf physiologische Begründung und praktische Anwendung. Prag, 1846. 8. S. 151.

[2]) Flourens, in den Comptes rendus de l'Académie. Tome XXI. Paris, 1845. 4. pag. 1234.

[3]) Serres und Doyère, in den Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome XVIII. Paris, 1842. 8. pag 157.

[4]) Brullé u. Hugueny, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XXI. Paris, 1845. 4. p. 1061 — 1066.

[5]) Flourens, Ebendaselbst. Tome XIX. Paris, 1844. 4. p. 621 — 625.

[6]) Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. 8. S. 842.

Flourens glaubt gefunden zu haben, daß die rothen Schichten in der Nähe des Zahnsäckchens zuerst auftreten und dann weiter nach außen rücken. Nur das Zahnbein und das aus knochenähnlichen Massen bestehende Cäment, nicht aber der Schmelz nehmen nach ihm an den Färbungen Theil.

1712 Betrachten wir die eben erläuterten Erscheinungen, so ergiebt sich, daß viele an freien Oberflächen befindliche Horngebilde, wie die Oberhaut, die Nägel, ein Theil der Haare und der Epithelien in einem fortwährenden Umsatze begriffen sind und ihre ganze Masse von Zeit zu Zeit wechselt. Die Verhältnisse der inneren Gewebe dagegen scheinen im Ganzen eher darauf hinzudeuten, daß ihre Theile unter regelrechten Verhältnissen beständiger bleiben. Durchgreifendere Umsatzerscheinungen kommen nur sehr allmählig und höchstens unter krankhaften Bedingungen rascher zu Stande.

Blutüberfüllung oder Congestion. — Erröthet ein Theil der äußeren Haut, so nimmt er für den Augenblick mehr Blut auf. Erblaßt er dagegen, so wird eine örtliche Blutleere die Erscheinung bedingen. Es läßt sich mit Recht schließen, daß hin und wieder ein ähnlicher Wechsel der Blutfüllung in den inneren Körpergebilden eintritt.

Die Pathologie schließt häufig auf eine Blutüberfüllung einzelner Theile nach gewissen äußeren Merkmahlen und sucht oft ihre Voraussetzungen durch den Leichenbefund zu beweisen. Bemühungen der Art können selbst im günstigsten Falle auf keine naturwissenschaftliche Gültigkeit Anspruch machen. Wir wissen nicht, wie viel Blut im Durchschnitt jeder einzelne Theil des Körpers führt. Ist das Organ, das an einer scheinbaren Blutüberfüllung leidet, unpaarig, so steht uns nicht einmal ein ungefährer Maaßstab, wie ihn paarige Organe, von denen das eine leidet, darbieten, zu Gebote. Die übermäßige Röthung und die Füllung einzelner Capillaren können eben so häufig irre führen, als auf die sichere Spur leiten.

Bewegt sich auch das Herz rascher oder vergrößert sich die Menge des Blutes, so ist hierdurch noch keine bindende Veranlassung zur Entstehung einer Congestion nach einem einzelnen Organe gegeben. Aendern dagegen die Gefäße desselben ihre Durchmesser, so werden hierdurch die Verhältnisse der örtlichen Blutvertheilung nothwendiger Weise gestört. Da die Hauptmenge des Blutes in den Capillaren enthalten ist, so üben sie hierbei den größten Einfluß aus.

Man unterscheidet eine active und eine passive Blutüberfüllung, je nachdem eine größere Blutmenge innerhalb derselben Zeit durch ein Körpergebilde strömt oder eine bedeutendere Blutmasse in bleibenderer Weise in ihm verharrt. Fielen alle Widerstände, die von den Wänden ausgehen, hinweg, so müßte die Verengerung der Capillaren mit einer Vergrößerung und die Erweiterung mit Verlangsamung der Geschwindigkeit des Blutlaufs verbunden sein. Wir haben aber früher (§. 110.) gesehen, daß gerade die Hindernisse der Reibung und der Adhäsion ihren günstigsten Boden in den kleineren Gefäßen finden. Der Blutlauf kann sich daher auch in den verengerten Capillaren, sobald nur diese Nebenverhältnisse das Uebergewicht erhalten, verlangsamen und in erweiterten beschleunigen. Es wird nur davon abhängen, ob die Reibungswiderstände oder die Veränderungen des Flußbettes kräftiger einwirken.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Blutmenge durch krankhafte Nebenzustände vermindert werden kann. Regelwidrige Verhältnisse sind wahrscheinlich auch im Stande, zu ihrer Vermehrung beizutragen. Die Annahme einer allgemeinen Blutleere oder Anämie und einer ausgedehnten Blutüberfüllung oder Plethora widerstreiten daher nicht den physiologischen Begriffen. Da wir aber nicht wissen, wie viel Blut ein einzelner Mensch unter gewissen krankhaften Verhältnissen führt, so bleiben auch hier meist die Annahmen der Pathologie dem willkührlichen Urtheil des Einzelnen überlassen. Wir können nur eine allgemeinere Blutleere oder richtiger, wie wir später sehen werden, eine durchgreifendere Armuth an den gehörigen Blutbestandtheilen mit Sicherheit annehmen, wenn Jemand kurz vorher große Massen Blutes auf einem regelwidrigen Wege verloren hat. Es ist dagegen noch nicht einmal gewiß, ob nothwendiger Weise der vollsaftigste Mensch mehr Blut als sonst, in Verhältniß zu seinem Körpergewicht führt. Viele Zeichen,

welche die Pathologie für die allgemeine Blutfülle angiebt, beziehen sich nur auf Erscheinungen des Blutandranges nach einzelnen Organen.

Entzündung. — Da sich die mikroskopischen Verhältnisse dieser Erscheinungen, wie sie im Leben auf einander folgen, nur an durchsichtigen Theilen vollständig beobachten lassen, so hat man vorzugsweise die Schwimmhaut der Frösche benutzt, um Aufklärung zu erhalten. Diese Thiere bieten aber nur unvollkommene Entzündungswirkungen selbst nach den heftigsten Reizen dar. Es wäre daher zweckmäßiger, sehr durchsichtige Stellen der Flügel der Fledermäuse oder anderer dünner Theile von Säugethieren zu diesen Untersuchungen zu benutzen. Vollkommen durchgeführte Erfahrungen der Art fehlen noch gänzlich. Das Wenige, das man weiß, bezieht sich größtentheils auf die Frösche.

Die Haargefäße können, ehe die wahre Entzündung beginnt, enger werden und eine größere Schnelligkeit des Blutstromes bedingen. Sind die Eingriffe so heftig, daß die Entzündungserscheinungen sogleich folgen, so fehlt diese vorbereitende Veränderung. Die Haargefäße erweitern sich dann und nehmen verhältnißmäßig mehr Blutkörperchen, als Blutflüssigkeit auf (§. 1069.). Die Blutbewegung verlangsamt sich in ihnen, schwankt leicht hin und her und steht bald gänzlich still. Die mit Blutkörperchen überhäuften Gefäße nehmen eine tiefer rothe Färbung an und erweitern sich nicht selten an einzelnen Stellen oder längs größerer Ausdehnungen. Es kommt auch nach Hasse und Kölliker [1]) vorzüglich in dem erweichten Gehirngewebe vor, daß sie mit blasigen Ausbuchtungen versehen sind.

Stockt das Blut in einem Bezirke von Haargefäßen, so bildet sich nicht nur ein Congestionszustand in den benachbarten Capillaren aus, sondern die Wände von diesen haben auch einen größeren Druck auszuhalten. Eine bedeutendere Menge dichterer Stoffe schwitzt leicht durch sie hindurch. Verbreiten sich die entzündlichen Störungen mit ihren eben erwähnten Nebenwirkungen auf ausgedehntere Bezirke, so klopfen die Schlagadern stärker. Die Congestion bedingt eine höhere Wärme des ergriffenen Theiles.

Die Blutkörperchen, die in den ergriffenen Haargefäßen stocken, ändern nach einiger Zeit ihre Form und kleben leicht zusammen. Ihr Farbestoff schwitzt nicht selten durch, so daß sich eine verwaschene Röthe in der Nachbarschaft der Haargefäße verbreitet. Sie werden wahrscheinlich dabei blasser und körniger und zerfallen vielleicht zuletzt gänzlich. Es bedarf aber noch fernerer Untersuchungen, um ihre späteren Schicksale aufzuhellen. Es kommt auch nicht selten vor, daß einzelne entzündete Gefäße bersten und ihren rothen Inhalt ergießen.

Hat selbst schon die Stockung tief um sich gegriffen, so kann sie sich doch noch nach und nach zertheilen. Die Art, wie die ruhenden Blutsäulen dem übrigen Kreislaufe einverleibt werden, ist schon §. 1069. dargestellt worden.

Ueber die mikroskopischen Erscheinungen der Entzündung handeln vorzüglich: J. Henle, pathologische Untersuchungen. Berlin, 1840. 8. S. 153 fgg. und in seiner und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. II. Zürich, 1842. 8. S. 37. C. Emmert, Beiträge zur Pathologie und Therapie. Heft I. Bern, 1842. 8. S. 30 fgg. Budge, allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft. Bonn, 1843. 8. S. 162. J. Vogel, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 311. H. Lebert, Physiologie pathologique ou recherches cliniques, expérimentales et microscopiques sur l'inflammation etc. Tome I. Paris, 1845. 8. p. 1 — 66. F. Günsburg, Die pathologische Geweblehre. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 1 — 94.

Ausschwitzungen. — Wir haben oben gesehen, wie die entzündliche Stockung die reichlichere Ausschwitzung einer mit mehr Stoffen versehenen Flüssigkeit als Folgewirkung nach sich zieht. Sie muß hiernach nicht von den Gefäßen, in denen das Blut stockt, sondern von den benachbarten Röhren, in denen es meist rascher und mit einem größeren Wanddrucke läuft, ausgehen. Es läßt sich aber noch nicht angeben, welchen Antheil später die wahrhaft entzündeten Gefäße an den Ausschwitzungen nehmen.

Die Flüssigkeit, die auf solche Art hervortritt, drängt sich in alle Zwischenräume, die

[1]) Hasse und Kölliker, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. 1845. S. 1 — 16.

ihr zu Gebote stehen. Die serösen Höhlen und nächst ihr die Maschen des Zellgewebes bieten ihr hierzu die beste Gelegenheit dar. Größere Massen flüssiger Ausschwitzungen und Infiltrationen entstehen auf diese Weise.

Die Mischung, die sie darbietet und die wahrscheinlich von den Verhältnissen des Blutes, der Porosität der Gefäßwände und dem auf ihnen lastenden Drucke abhängt, bestimmt es, ob sie flüssig bleibt oder feste Gebilde absetzt. Die Eigenschaften der Ausschwitzungen, die vorherrschend aus flüssigen Körpern bestehen, sind schon §. 1476. angegeben worden.

Die Ausschwitzung setzt nicht selten eine einfache Faserstoffmasse ab. Kleine unregelmäßige und in Form und Größe wechselnde Körper werden häufig in den Exsudaten, die man in Menschen- und Säugethierleichen findet, bemerkt. Die regelmäßigsten Gebilde aber, die auch eine Bedeutung für die fernere Entwickelung erlangen, sind die Ausschwitzungs- oder Exsudatkörperchen. Gebraucht man diese Benennung in dem richtigen Sinne, so bezeichnet sie weder bloß jüngere Entwickelungsstufen der Eiterkörperchen, noch irgend andere, zufällige oder theilweise zerstörte Gebilde der Ausschwitzungen und des Eiters. Sie bezieht sich vielmehr auf jene eigenthümlichen kleinen körnigen Gebilde, die häufig pflasterartig in ganz frischen Ausschwitzungsmassen neben einander liegen und durch zarte Zwischenräume einer hellen gallertigen Grundmasse getrennt werden. Diese Exsudatkörperchen ändern oft so leicht ihre Form, daß man sie am besten frisch beobachtet und daß fast immer die Ausschwitzungen, wie man sie in älteren Leichen zu untersuchen Gelegenheit hat, nur unvollkommene Bilder von ihnen geben.

Schreiten sie in ihrer Entwickelung fort, so umringen sie sich mit Zellen und bilden so die Kerne von diesen. Diese Thatsache läßt sich nur an den ganz frischen Ausschwitzungen von Thieren beobachten. Ich fand sie in der Ausschwitzungsmasse des Auges von Kaninchen, denen der dreigetheilte Nerve durchschnitten worden war, am deutlichsten. Die Zellen waren so zart, daß sie selbst nicht die Wasserbefeuchtung vertrugen. Benetzte man sie mit Wasser, so bersteten sie auf der Stelle. Der Ruck des Kernes allein verrieth diese Veränderung. Die ersten Gebilde des Dotters und des Gehirns des Embryo geben zu ähnlichen Erfahrungen Veranlassung.

Bildet sich die Ausschwitzung weiter aus, so findet man Faserzellen mit Kernen, die nach Verschiedenheit der Verhältnisse in Fäden oder andere Gebilde übergehen.

Viele dieser krankhaften Erzeugnisse, auf die man in menschlichen Leichen stößt, zeigen ein Gewirre von körnigen oder einfachen Grundmassen, kleine, den Exsudat- oder den Eiterkörperchen ähnliche Theile, die bald vollständig, bald zerfallen sind, größere Ballen von Körnergebilden, die man auch mit dem Namen der Aggregat- oder Cystenkörperchen, der Entzündungskugeln oder der Körnchenzellen unterschieden hat, sehr feine Molecüle, Oeltröpfchen und selbst krystallinische Absätze. Die pathologische Anatomie hat hier bis jetzt zu wenig unterschieden, was natürlich und was erst in Folge der Umbildung und mancher nach dem Tode wirkenden Eingriffe entstanden ist. Gebilde, wie die größeren Aggregatkugeln, bestehen schon in den ganz frischen Ausschwitzungen. Wer aber diese, wie sie unmittelbar von lebenden oder kranken Thieren entnommen werden, häufiger untersucht hat, der wird zugeben, daß die meisten Formen der Art, die man gewöhnlich bei der Beobachtung älterer Leichen des Menschen erhält, kein bestimmtes Urtheil gestatten.

Die Ausschwitzungen, die feste Theile führen, bilden häufig noch flüssige oder halbfeste Massen, die in den Hohlräumen des Körpers, in eigenen Bälgen oder in den Maschen des Zellgewebes liegen. Haben sie eine größere Dichtigkeit, so stellen sie hautartige Ueberzüge dar oder verkleben zwei benachbarte Stücke mit einander. Die Ausschwitzungsmassen des Croup z. B. gehören zu ersterer und die Bänder, welche die Lungenpleura mit dem Rippenfell oder die einzelnen Baucheingeweide unter einander verkleben, zu der zweiten Klasse. Setzen sie sich endlich zwischen den Gewebtheilen ab, so vergrößern sie den Umfang des Organs, in dem sie liegen, oder verdrängen eine entsprechende Menge der regelrechten Gewebe. Sie bleiben auf niederen Stufen der Entwickelung stehen oder schreiten in ihrer Ausbildung so weit fort, daß zuletzt nur zellgewebige Narbenfasern, wie wir sie später kennen lernen werden, übrig bleiben. Neue Gefäße, die sich mit den benachbarten, schon vorhandenen verbinden, erzeugen sich häufig selbst in Ausschwitzungen, die noch lange nicht ihre höchste Vollendung erreicht haben.

Eine Wunde heilt durch die erste Vereinigung, wenn die Entwickelung der ersten

Ausschwitzung stetig fortschreitet und keine Masse durch die Ausstoßung von Eiter verloren geht. Diese Verbindungsweise kann die verschiedenartigsten Theile verkitten. Bildet man z. B. eine künstliche Nase, so heilt man so nicht selten ein Stück der Arm- oder der Nasenhaut mit dem angefrischten Nasenstumpfe zusammen. Ein Finger, der kurz vorher abgehauen wurde, kann auf diese Weise angesetzt werden. Zwei verschiedene Personen würden so zusammenheilen, wenn man ihre Hautwunden in fortwährender gegenseitiger Berührung erhielte. Haare lassen sich mit Glück nach Dieffenbach und Dzondi auf einen fremden Körper überpflanzen.

Wir haben schon früher (§. 863 fgg.) gesehen, mit welcher Zähigkeit solche Ausschwitzungen und andere dichte Ablagerungen der Aufsaugung widerstehen können. Greift aber diese siegreich durch, so zerfallen und schwinden nach und nach die dichten Gebilde. Das Ganze oder einzelne Stellen erweichen, werden gallertig und vergehen zuletzt vollkommen.

Eiter. — Er verdankt zwar ebenfalls seinen Ursprung einer Ausschwitzung, unterscheidet sich aber dadurch, daß er sich nicht stetig in fernere Festgebilde verwandelt. Seine Masse stellt vielmehr eine für den Augenblick unbrauchbare Mischung, die in zugänglichen Zwischenräumen abgelagert oder nach außen entleert wird, dar. Soll Heilung zu Stande kommen, so muß sich seine Beschaffenheit wesentlich ändern. Eine einfachere Ausschwitzung tritt an die Stelle der vorangegangenen Eitererzeugung.

Der Eiter besteht aus einer Grundflüssigkeit, in der Eiterkörperchen und nicht selten auch noch andere Gebilde mechanisch vertheilt sind. Die Zahl der dichten Elementartheile herrscht in dem guten oder balsamischen Eiter in solchem Maaße vor, daß das Ganze eine dickflüssige Masse von gelber oder gelbgrüner Farbe bildet. Obgleich die Färbungen, die man unter dem Mikroskope bemerkt, den physikalischen Verhältnissen gemäß um so blasser werden, je stärkere Vergrößerungen man gebraucht, so erkennt man doch oft, daß die Hauptursache der Farbe in den gelblichen Eiterkörperchen liegt. Manche von ihnen sind aber nur grauweiß bis gelblich weiß.

Sie bilden in der Regel körnige Kugeln, deren Kerntheile durch Körnchen, die in reichlichster Menge vorhanden sind, verdeckt werden. Die Beschaffenheit der Grundflüssigkeit und künstlich angewandte Reagentien ändern häufig die regelmäßige Gestalt derselben. Essigsäure macht fast immer die Kerngebilde sichtbar. Sie sind bald einfach, bald in 2 bis 4 Stücke, die nicht selten an die Form der Blutkörperchen der Säugethiere erinnern, gesondert. Eine dünne Hülle umgiebt oft die Hauptmasse der Körnchen. Diese führen Proteingebilde und nicht selten in Aether lößliche Fettkügelchen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Hülle, die Körnchen und die Kerntheile aus chemisch verschiedenen Stoffen bestehen. Die näheren Unterschiede sind jedoch bis jetzt noch nicht ermittelt worden. Die verschiedenen Krankheiten üben keinen durchgreifenden Einfluß auf die Eiterkörperchen aus. Die, welche in einfachen Wunden vorkommen, unterscheiden sich nicht von denen, die wir in Skrophulösen, Syphilitischen und dergleichen finden.

Untersucht man von Zeit zu Zeit einfache Schnittwunden, um die allmählige Entwickelung des Eiters zu verfolgen, so findet man, daß zuerst eine helle grauweiße bis gelbliche Flüssigkeit in verhältnißmäßig größerer Menge durchschwitzt. Sie erstarrt nicht selten von selbst oder enthält Flocken eines faserstoffähnlichen Gerinnsels und kleine mikroskopische Körnchen, die sich nicht in Pflanzensäuren, schwachen Alkalien, Salpeter, Salmiak und Borax lösen. Diese Festgebilde vermehren sich nicht nur, sondern man bemerkt auch bald andere größere Theile, die an die Kerne der späteren Eiterkörperchen erinnern. Sie umgeben sich bisweilen mit helleren, grauweißen Zellensäumen, in denen sich nachträglich der feinkörnige Inhalt absetzt. Man stößt aber auch oft unmittelbar auf gewöhnliche Eiterkörperchen, ohne daß sich der eben erwähnte Entwickelungsgang mit Sicherheit verfolgen läßt. Sie häufen sich immer mehr, gewinnen bald das Uebergewicht über der Grundflüssigkeit und bedingen so die größere Dichtigkeit des gelben Eiters.

Der höchste Grad der Ausbildung wird nur dann erreicht, wenn die aus dem Blute ausschwitzende Masse ihren Reichthum an festen Verbindungen fortwährend beibehält. Ist dieses nicht der Fall, so erhalten wir eine dünnflüssige Mischung statt des wahren Eiters. Der Inhalt der Blasen, welche die spanischen Fliegen gezogen haben, die, welche

Verbrennungen nachfolgen, die Pockenpusteln [1]) und dergleichen können am deutlichsten die verschiedenen Grade, die hier vorkommen, anschaulich machen. Die Grundflüssigkeit enthält dann verschiedenartige Körperchen, die ihren Ursprung der unvollkommenen Entwickelung oder der Zerstörung der Eiterkörperchen verdanken. Eigenthümliche Bildungen, wie die früher erwähnten Aggregatkugeln, könnten auch unter diesen veränderten Bedingungen zu Stande kommen.

Der vollkommene Eiter bildet eine Masse, die als unbrauchbar entfernt werden soll. Er nützt daher nicht nur nichts, sondern schadet sogar noch durch den Stoffverlust, den er bedingt. Kann er sich keinen Ausweg bahnen und ist er nicht mehr im Stande, sich in den Zwischenräumen der Gewebe zu verbreiten, so unterliegt er eher der Auffaugung. Die Grundflüssigkeit tritt leichter in das Blut über. Die Eiterkörperchen bleiben länger als Bodensatz, als wäre das Ganze filtrirt worden, zurück. Sie bilden einen dichteren Eiterstock, der endlich ebenfalls zuletzt der Auffaugung verfällt oder gleich einem fremden Körper lange Zeit verbleibt.

Soll eine eiternde Wunde heilen, so wiederholt sich zum Theil der zuletzt erwähnte Vorgang. Die Menge des abgesonderten Eiters nimmt ab. Seine festen Gebilde herrschen verhältnißmäßig im Anfange über der Grundflüssigkeit vor. Die Ausschwitzungen gehen nicht mehr in nutzlose Eiterkörperchen, sondern in ferner entwickelungsfähige Theile über. Es bilden sich Zellen und Zellenfasern, aus denen dann feine zellgewebige Fäden, die Narbenfasern entstehen. Die Fleischwärzchen, die eine heilende Wunde bedecken, enthalten diese Gewebe. Sie bluten im Anfange leicht, weil sich wahrscheinlich die Blutgefäße immer mehr nach der künftigen Narbengegend hin verbreiten.

Die Eigenschwere des guten Eiters, der neutral oder alkalisch reagirt, schwankt ungefähr zwischen 1,027 und 1,041. Golding Bird fand den letzteren Werth in dem Eiter eines Psoas- und ich den ersteren bei 22° C. in dem eines großen Schenkelabscesses. Man kann als gewöhnlichen Mittelwerth 1,03 annehmen. Er bleibt also jedenfalls hinter der durchschnittlichen Eigenschwere des Blutes (§. 54.) zurück

Herrscht die Grundflüssigkeit im Uebermaaße vor, so sinkt auch in der Regel das specifische Gewicht. Ist sie theilweise auf dem Wege der Auffaugung verloren gegangen oder von vorn herein verringert, so läßt sich eine größere Eigenschwere erwarten. Die Angabe von Martius, daß der von ihm untersuchte Eiter eines Empyems 1,112 darbot, bezieht sich wahrscheinlich auf einen solchen Fall.

Die Schwankungen des Wassergehaltes des guten Eiters halten sich in mäßigen Grenzen. Wood schlägt ihn im Durchschnitt auf 85,72% an. Güterbock kam auf 86,10% bei einem großen Brust-, ich auf 88,38% bei einem Schenkel-, Golding Bird auf 89,80% und Scherer auf 87,20% bei einem Psoasabscesse. Zieht man das Mittel aus 15 Beobachtungen, die Bibra anstellte, so ergiebt sich 86,94%. Die Grenzwerthe betrugen 80,25 und 90,10%. Drei zähere Eiterarten, die zum Theil schon Jahre lang im Körper abgesetzt waren, führten zu 76,90%, 77,10% und 78,10%.

Der gute Eiter enthält hiernach im Allgemeinen 11 bis 15%, der reichlichere Absatz der Eiterkörperchen dagegen 22 bis 24% dichter Stoffe.

Die chemischen Analysen des Eiters leiden an eben so großen Mängeln, wie die des Blutes. Fehlen auch alle fremdartigen Beimischungen, wie Blut, Schleim, Epithelien und andere Gewebtheile, so bleibt es doch unmöglich, die Eiterkörperchen von der Eiterflüssigkeit zu scheiden. Das Verfahren der chemischen Prüfung ist übrigens so unvollkommen, daß kaum einige Hauptgruppen von Verbindungen mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden können.

Die Proteinkörper herrschen im Allgemeinen über den Fetten vor. Jene betragen meist 40 bis 70% und diese 9 bis 24% des festen Rückstandes. Gallenfett oder Cholestearin läßt sich sehr häufig im Eiter nachweisen. Seine Menge schwankte in den bisherigen Untersuchungen zwischen 1,10% bis 8,77% der festen Stoffe.

Legt man den gesammten Eiter zu Grunde, so fand Bibra in 18 Analysen 1,84% Fett auf 10,74% Proteinkörper. Die drei Eiterarten, die vorherrschende Absatzmengen von Eiterkörperchen enthielten, lieferten nur 1,10 bis 2,80% Fett auf 16,80 bis 18,60% Proteinmassen. Man kann hieraus mit Wahrscheinlichkeit schließen, daß die Fette eher

[1]) G. Simon, in Müller's Archiv. 1846. S. 178.

in der Eiterflüssigkeit, als in den Eiterkörperchen enthalten sind oder leichter aufgesogen werden.

Man nahm früher an, daß ein eigener Stoff, das Pyin, in dem Eiter vorhanden ist. Ich fand ihn nicht in vollkommen guten Eiterarten. Dieselbe Erfahrung wurde später von vielen anderen Forschern gemacht. Die Verbindung, die überdieß weder in reinem Zustande dargestellt, noch ihren Eigenschaften nach genau erforscht ist, fehlt also häufig dem Eiter und zeigt sich dagegen oft in anderen krankhaften Bildungen.

Die Aschenmengen des Eiters liegen in der Regel zwischen 1 und 2% und betragen ungefähr 5 bis 9% der festen Stoffe. Sie wachsen nicht in gleichem Verhältnisse mit dem Werthe des festen Rückstandes. Dieses erklärt sich daraus, daß ein Theil von ihnen in der Eiterflüssigkeit aufgelöst ist.

Der Eiter ist immer wässriger, als das Blut im Ganzen. Er übertrifft aber oft in dieser Hinsicht, seiner festen Gemengtheile wegen, das Blutserum und selbst wahrscheinlich die Blutflüssigkeit der lebenden Körper. Sein Gehalt an Proteinkörpern steht in der Regel dem des Blutes im Ganzen nach. Er ist dagegen meist verhältnißmäßig fettreicher, als dieses. Die Eiterabsätze weichen von dieser Norm der oben angeführten Gründe wegen ab.

Man kann mit Recht annehmen, daß die Zusammensetzung des Eiters nicht bloß mit der Verschiedenheit der Personen und der Zustände, sondern auch mit der der Bildungsheerde, von denen er ausgeht, wechselt. Der Knocheneiter wird deshalb mehr Kalksalze enthalten. Genauer durchgeführte Untersuchungen, welche diese Erscheinungen berücksichtigen, fehlen noch gänzlich.

Die wichtigsten neueren Mittheilungen über den Eiter finden sich in: C. Güterbock, de pure et granulatione. Berolini, 1837. 4. H. Wood, de puris natura atque formatione. Berolini, 1837. 4. J. Henle, in Hufeland und Osann's Journal für praktische Heilkunde. Berlin, 1838. 8. S. 3. Repertorium. Bd. II. S. 258 u. III. S. 242. J. Vogel, pathologische Untersuchungen über Eiter, Eiterung und damit verwandte Vorgänge. Erlangen, 1838. 8. G. Gluge, anatomisch-mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen und speciellen Pathologie. Heft I. u. II. Minden und Jena, 1839 u. 1841. 8. D. Gruby, observationes microscopicae ad morphologiam pathologicam. Vindobonae, 1840. 8. Stannius in Schmidt's Encyclopaedie der gesammten Medicin. Leipzig, 1841. 4. Bd. I. S. 152. E. Bibra, chemische Untersuchungen verschiedener Eiterarten und einiger anderen krankhaften Substanzen. Berlin, 1842. 8. Lehmann und Messerschmidt, in Roser und Wunderlich's Archiv. Stuttgart, 1842. 8. S. 220 fgg. J. Vogel, pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig. Erste Abtheilung. Leipzig, 1845. 8. S. 105 fgg. Lebert, a. a. O. Tome I. p. 29—66. B. Reinhardt, in den Beiträgen zur experimentellen Pathologie und Physiologie. Herausgegeben von Traube. Heft II. Berlin, 1846. 8 S. 145. 226.

Eiteriger Schleim. — Das freie Auge täuscht sich nicht selten bei der Beurtheilung dickflüssiger gelb oder grünlich gefärbter zäher Mischungen, die sich in vielen Krankheitsfällen erzeugen. Man nimmt hier häufig Schleim, Anhäufungen von Epithelialblättchen und andere Gemenge für Eiter. Die mikroskopischen Untersuchungen verlassen uns aber auch oft, wo die Eiterkörperchen in nur geringer Menge anderen, vorzüglich schleimigten Stoffen beigemengt sind (§. 1481.). Der Lungenauswurf bereitet in dieser Hinsicht die größten Schwierigkeiten. Er gab auch meist zu den zahlreichen unglücklichen Eiterproben Veranlassung.

Führt er nicht so viel Blut- oder Eiterkörperchen oder andere fremdartige Gebilde, daß man die Abweichung auf den ersten Blick unter dem Mikroskope bemerkt, so geben die Sputa kein sicheres Mittel, um aus ihnen ein drohendes Lungenleiden zu erkennen. Blutkörperchen, Schleim- und Eiterkörperchen, kleine Gerinnsel und Molecüle noch unbestimmter Natur, Fetttröpfchen, gesunde oder krankhafte Epithelialbruchstücke, Tuberkelkörnchen, Eiweißabsätze, Pigmentmolecüle, zerstörtes Gewebe der Athmungswerkzeuge und selbst Krystalle, Schimmelbildungen und Ueberreste der genossenen Speisen, wie Stärkmehlkörner, Fleischfasern und dergleichen können hier als mechanische Gemengtheile auftreten.

Vergl. F. Bühlmann, Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Producte durch das Mikroskop. Bern, 1843. 4. F. C. Leonhardi, De morphologia et chemica sputorum natura. Lipsiae, 1844. 8. S. Wright,

in Heller's Archiv. 1846. S. 49 — 72 u. S. 143 — 149. Lebert, a. a. O. Tome I. pag. 66 — 77.

Jauche. — Die Grundflüssigkeit herrscht in ihr vor den dichten Gebilden, die bisweilen fast gänzlich fehlen, vor. Sie ist nicht selten mit Blut vermischt oder mit Blutfarbestoff versehen, sie führt häufig reichlichere Salzmengen und besitzt ätzende Eigenschaften. Die Eiterkörperchen und andere Gebilde werden durch sie zerklüftet oder zerstört. Sie frißt häufig die benachbarten Gewebtheile an und führt einzelne Bruchstücke derselben fort. Hält man einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstöpsel über ihr, so entbinden sich Salmiakdämpfe. Giebt sich nicht ohne Weiteres Ammoniak zu erkennen, so wird es bisweilen nach einem Zusatze von Kali frei. Kleine Vibrionen [1]) wohnen nicht selten in der Jauche oder in unreinem Eiter.

Brand. — Er gehört zu denjenigen Vorgängen, die noch am wenigsten in einer den gegenwärtigen Hilfsmitteln entsprechenden Weise untersucht worden sind. Mumienartiges Eintrocknen oder verschiedene Richtungen der fauligen Zersetzung bilden die äußeren Merkmahle, nach denen man den Brand eines Theiles beurtheilt. Erweichungen oder Verschwärungen gesunder oder krankhafter Gewebe, Blutergüsse und ähnliche Veränderungen gesellen sich vorzüglich in dem letzteren Falle hinzu. Die dunkelen Färbungen, die in vielen Arten des Brandes entstehen, können von sehr verschiedenen Ursachen herrühren. Ausgetretenes Blut, der Erguß einer braunrothen Flüssigkeit, eine dunkelrothe braune bis braunschwarze Färbung der Gewebtheile selbst und eigenthümliche dunkele Körnchen, die man mit dem Namen der Brandkörperchen belegen könnte und die in neuerer Zeit auch von J. Vogel wahrgenommen worden sind, bilden die häufigsten Veranlassungen dieser krankhaften Farbenveränderungen. Krystalle z. B. von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia schlagen sich oft in reichlichster Menge nieder.

Ueber Brand s. J. Vogel, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1843. 8. S. 849 — 852. C. Emmert, Beiträge zur Pathologie und Therapie, mit besonderer Berücksichtigung der Chirurgie. Heft II. Bern, 1846. 8. Seite 99 — 213.

Bleibende kranhafte Ablagerungen. — Gebilde der verschiedensten Art können sich an und zwischen den Geweben ablagern Diese regelwidrigen Massen bestehen entweder aus Elementen, die auch in dem gesunden Körper erzeugt werden, oder aus Theilen, die nur unter krankhaften Verhältnissen zu Stande kommen.

Fast jedes Organ des Körpers ist in Einzelfällen im Stande, sich bedeutend zu vergrößern, so daß die Zahl seiner regelrechten Gewebtheile unverhältnißmäßig zunimmt. Die Knochen, die Muskeln, die Haut, die Gefäße, die Nervenknoten und dergl. bieten Beispiele der Art dar.

Wie sich das Fett durch passende Ernährungsverhältnisse mit Leichtigkeit erzeugt, so setzt es sich auch häufig krankhafter Weise in bedeutender Menge an einzelnen Stellen ab. Die Fettgeschwülste enthalten gewöhnliche Fettzellen. Oele und feste Fette finden sich oft in größter Menge in einzelnen Organen, wie in der Leber bei der sogenannten Cirrhose derselben, in den Nieren bei manchen Formen Bright'scher Krankheit (§. 1632.) und in Muskeln, die lange gelähmt und völlig unthätig sind.

Haare erzeugen sich nicht selten in dem Innern solcher Fettgeschwülste oder in anderen krankhaften Ablagerungen. Die Eierstöcke zeichnen sich in dieser Hinsicht dadurch aus, daß ihre Entartungen nicht bloß Haare, sondern auch Zähne und Knochenstücke oder knochenähnliche Massen enthalten können. Schröder van der Kolk und van Laer [2]) geben an, daß häufig die Haare, die in solchen Geschwülsten vorkommen, keine unteren Anschwellungen besitzen. Dieses gilt jedoch wahrscheinlich nur von denen, die abgerissen sind und die daher frei in der Fettmasse liegen. Miescher und ich fanden nicht nur die hornige Wurzel, sondern auch vollständige Wurzelscheiden in einem frisch untersuchten Falle. Kohlrausch [3]) sah sogar, daß sie in einer vollkommenen Oberhaut saßen und Fettdrüsen neben sich hatten, daß also hier eine weit vorgeschrittene hautähn-

[1]) Lebert, Atlas zu seiner Physiologiae pathologique. Taf. II Fig. 7.

[2]) J. F. J. van Laer, Diss. de structura capillorum humanorum, observationibus microscopicis illustrata. Trajecti ad Rhen. 1841. 8. p 22.

[3]) Kohlrausch, in Müller's Archiv. 1843. 8. S. 365 — 366.

liche Bildung vorkommen kann. Solche Haare sitzen nicht selten in Fettgeschwülsten, die unter der Haut liegen, so fest, daß man sie nach Entfernung des Fettes ausreißen muß. Sie erzeugen sich dann auch leicht auf der Wundfläche wieder.

Finden sich Zähne in Geschwülsten des Eierstockes, so gleichen sie ihrer äußeren Form nach vollkommenen oder verkrüppelten Gebilden der Art. Kohlrausch fand in seinem Falle, daß sie sich, wie gewöhnlich, aus Zahnsäckchen entwickelten. Ich stieß in dem oben erwähnten Präparate auf ein Zahnsäckchen, das von sehr zahlreichen Haargefäßnetzen durchzogen war, nicht aber eine so große Masse von Nervengeflechten, wie sonst, darzubieten schien. Kaustisches Kali machte nur einzelne Nervenprimitivfasern deutlich. Ein Zahnschliff lehrte, daß die ächte Zahnsubstanz mit ihren Röhrchen oder Fasern und der Schmelz mit seinen eigenthümlichen Fasergeweben vorhanden war. Die Zahnröhrchen verzweigten sich wie gewöhnlich in der Nähe des Schmelzes. Ich konnte dagegen kein Cäment mit Knochenkörperchen finden. Der Grund hiervon lag vielleicht darin, daß der Zahn nicht in einer vollkommenen Knochenmasse, sondern in einem dichten faserigen Gewebe gesessen hatte. Die Oberfläche der Wurzel bestand aus einer ziemlich harten Substanz, die breite Längen- und schiefe Fasern enthielt. Kam sie mit Salpetersäure in Berührung, so entband sie Luftblasen.

Wir werden später sehen, daß sich ächte und unächte Knochen in vielen Krankheitsfällen in größeren Massen zwischen fremden Gewebtheilen absetzen. Die Substanz eines Knochens selbst treibt nicht selten regelwidrige Fortsätze und bildet auf diese Weise Auswüchse oder Exostosen, die den inneren Bau der gewöhnlichen Knochen darbieten. Die Knorpel können in solchen Fällen ebenfalls zum Vorschein kommen. Viele Gebilde, welche die pathologische Anatomie und die Chirurgie für Knorpel ansieht, sind zwar nichts weniger, als dieses, sondern dichte Fasergewebe oder selbst nur Anhäufungen einfacherer Ausschwitzungen. Man stößt aber häufig genug auf Massen, die alle Gewebtheile des ächten Knorpels (Fig. 212.) enthalten. Ich fand sie z. B. in einer Masse, die frei im Kniegelenke eines Mannes lag und mit Erfolg ausgeschnitten worden war. Die Grundsubstanz und die Knorpelkörper glichen in hohem Grade denen der benachbarten Gelenkknorpel. Einzelne härtere Stellen enthielten sogar ächte netzförmige Knochenmasse. Die Frage, ob solche Stücke durch Verletzungen der benachbarten Knorpel entstehen oder nicht, ist noch nicht entschieden.

Das Enchondrom giebt das deutlichste Beispiel, in wie reichlichem Maaße ächte Knorpelmasse in einzelnen Geschwülsten auftreten kann. Es findet sich meist an der Hand oder dem Fuße, seltener in anderen Theilen und dehnt die Rinde der Knochen, in deren Innerem es vorkommt, so sehr aus, daß sie papierdünn wird und selbst an einzelnen Stellen vollkommen verschwindet. Das Gewebe, das diese großen Knollengeschwülste erzeugt, enthält die gewöhnliche Grundmasse des Knorpels mit ächten Knorpelkörpern.

Wir haben schon früher gefunden, daß die Narbenbildung Fasern, die mit denen des Zellgewebes übereinstimmen, erzeugt. Solche Fadencylinder kehren auch häufig in vielen krankhaften Absätzen wieder. Umhüllungsfasern, die sich oft nicht von elastischen Fasern unterscheiden lassen, und platte Fasern, die an einfache Muskelfasern ihren Formen nach erinnern, begleiten sie häufig. Die Frage, ob auch quergestreifte Muskelfasern unter krankhaften Verhältnissen an unrechten Orten auftreten können, muß der Entscheidung der Zukunft überlassen bleiben.

Die Blutgefäße können sich bedeutend erweitern oder vermehren. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sie sehr häufig in regelwidrigen Ausschwitzungen entstehen und zu deren Vergrößerung durch die Zufuhr frischer Absatzstoffe beitragen. Die gebräuchliche Einspritzungsweise (§. 830.) kann auch nach Schröder van der Kolk [1]) Saugadern sichtbar machen. Proteinmassen, Horngewebe, Fett und Pigment schlagen sich dann häufig nieder. Die Pigmentmolecüle und die Pigmentzellen treten fast eben so oft als ihr Gegenstück, das Fett (§. 1679.) auf. Die pathologische Anatomie, die nur nach dem Zeugniß des freien Auges urtheilt, glaubt eine eigene Art der Entartung, die Melanose dann zu finden, wenn ein kranker Theil schwarz gefärbt ist. Rührt aber auch das dunkele Aussehen von Pigmentmolecülen her, so bestimmt erst das Muttergewebe, in dem sie

---

[1]) A. H. F. de Lespinasse, Specimen de vasis novis pseudomembranarum tam arteriosis et venosis, quam lymphaticis. Trajecti a. R. 1842. 8. Fig. 1 — 10.

vorkommen, die wahren Merkmahle des Leidens. Denn sie lagern sich eben so gut in gutartigen, als in den bösartigsten Ausschwitzungen ab.

Die meisten der großen Geschwülste, die man mit dem Namen des Krebses, des Markschwammes und ähnlicher unbestimmter Benennungen belegt, werden bisweilen von Nervenfasern durchsetzt. Diese gehören aber meist ursprünglich den gesunden Geweben, die in der Folge entarteten, an. Es läßt sich jedoch nicht läugnen, daß sich auch Nervenfasern in manchen krankhaften Absätzen erzeugen können. Die oben angeführten Beobachtungen, die an den Zähnen der Eierstocksgeschwülste gemacht wurden, liefern schon ein Beispiel hierfür. Einfach hypertrophische Finger oder Zehen führen wahrscheinlich zu dem gleichen Schlusse.

Es kommt bisweilen vor, daß die Körpernerven Anschwellungen oder wandelbare Knoten an vielen Stellen, die sonst glatt sind, darbieten. Fälle der Art wurden in neuerer Zeit von Hyrtl aus Thieren und von Schiffner, Wutzer, Serres, Günsburg, Bischoff und Knoblauch aus dem Menschen beschrieben. Die letzteren beiden Forscher[1]) fanden nach vieler Mühe, daß die Knoten sehr blasse, weiche Nervenkörper, die sich fast nicht bei ihrer Zartheit sondern ließen, enthielten. Die Scheidenfortsätze waren in reichlichstem Maaße vorhanden. Günsburg[2]) bemerkte ebenfalls nervenkörperähnliche Zellen und röthliche Fasern, die neben den gewöhnlichen Nervenfasern vorhanden waren.

Viele der Gewebelemente, die sich krankhafter Weise absetzen, bestehen durchgehends aus Theilen, die dem gesunden Körper fremd sind oder enthalten sie wenigstens in bedeutender Menge. Es ist für jetzt noch unmöglich, sich auf diesem vielseitigen Gebiete mit vollkommener Klarheit, wie es jede Naturwissenschaft fodert, zurecht zu finden. Die frühere pathologische Anatomie, die Pathologie und Chirurgie, die sich nur auf das Urtheil des freien Auges beschränkten, unterschieden viele Krankheitserzeugnisse, wie Skrophelmasse, Typhusabsätze, Tuberkeln, Krebs, Markschwamm, Blutschwamm u. dgl. nach sehr unbestimmten Begriffen. Die Merkmahle sind so schwankend, daß es oft von der Willkühr des Beobachters abhängt, ob er ein Gebilde für einen Tuberkel hält oder nicht, ob eine Entartung, die endlich zum Tode führt, ein Krebs, ein Mark- oder ein Blutschwamm ist. Das Bemühen, gute und bösartige Geschwülste zu unterscheiden, erhöhte noch die Verwirrung. Die mikroskopischen Untersuchungen konnten sie nicht heben, weil nicht bloß die Form der Gewebe, sondern die Mischung und der Verlauf des ganzen Krankheitsprocesses das Ganze bestimmt. Bedenken wir aber, daß hier unsere Kenntnisse noch nicht einen ersprießlichen Boden gefunden haben, so kann es nicht befremden, wenn dieses ganze Gebiet für den, der an naturwissenschaftliche Schärfe gewöhnt ist, zu den trostlosesten gehört.

Die Elemente der Tuberkeln stehen denen der eiterigen Ausschwitzungen am nächsten. Die sogenannten Tuberkelkörperchen bilden körnige Theile von wechselnden Formen, die nur in selteneren Fällen einen deutlichen Kern haben und vielleicht eine bloße Abart von frischen oder zerstörten Ausschwitzungs- oder Eiterkörperchen bilden. Kleine Molecüle und eine durchsichtige Grundmasse begleiten sie in der Regel. Wahrer Eiter setzt sich häufig in ihrer Nähe ab. Erweichen sie, so vermehrt sich die Menge der Flüssigkeit, die größeren Körperchen zerfallen und es bleiben nur Bruchstücke von ihnen und zahlreiche kleine Molecularkörnchen übrig. Pigmentkörnchen, Fettkügelchen, größere Körnerhaufen, Krystalle und selbst Fasern bilden nicht selten Nebengemengtheile.

Ueber Tuberkeln s. Lebert, in Froriep's Notizen. Nr. 648. Weimar, 1844. 4. S. 153. Müller's Archiv. 1844. S. 190 — 296. und Physiologie pathologique. T. I. p. 350 — 504. F. Günsburg, Die pathologische Gewebelehre. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 100 — 152. u. J. Vogel, Pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Erste Abtheilung. Leipzig, 1845. 8. S. 242 — 256. J. J. Scherer, chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg, 1843. 8. S. 206. 212. 218. 292.

---

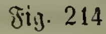
[1]) A. Knoblauch, De Neuronate et Gangliis accessoriis veris, adjecto cujusvis generis casu novo atque insigni. Francofurti ad Moenum. 1843. 4. p. 30. 31.

[2]) F. Günsburg, die pathologische Gewebelehre. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 44.

Der Krebs, der Markschwamm und ähnliche Entartungen führen häufig Zellen und Fasergebilde eigenthümlicher Art. Die Zellen sind nicht immer einfach, sondern enthalten oft jüngere eingeschachtelt. Ihre Wände können sich in Einzelfällen verdicken. Ihr Inhalt nimmt bisweilen Körnchen von Pigment, Fett oder anderen Proteinkörpern auf. Einzelne Schriftsteller [1]) haben auch hier Spuren von Theilungen der Zellen wahrgenommen. Diese Gebilde zeigen noch häufiger Formen, die man als fernere Entwickelungsstufen betrachten muß. Man findet statt einfacher Zellen geschwänzte Körperchen oder Zellenfasern.

Gallertige Grundmassen und vollständige Fasern kommen hier eben so häufig vor. Beide entgegengesetzte Gewebtheile können selbstständige fortlaufende Massen oder nur das Nest einzelner anderer Elemente bilden. Die Fasern gleichen meist denen des Zellgewebes oder des elastischen Gewebes. Sie erinnern im Ganzen nur seltener an einfache Muskelfasern ihrer platten Form und ihrer Blässe wegen, stimmen aber sonst nicht mit ihnen überein. Gerade die härtesten Krebsknoten, die Fasergeschwülste der Gebärmutter und ähnliche Verhärtungen bestehen aus einem dichten Gewebe von Cylinderfasern, die an die feinsten Elemente der Sehnen erinnern. Sie sind nur meist härter und spröder und bisweilen auch stärker als diese.

Das Fasergewebe umkränzt nicht selten Hohlräume, die andere Formelemente enthalten. Gelingt es häufig nicht, dieses Verhältniß mit den gewöhnlichen Untersuchungsarten nachzuweisen, so leistet oft der Gebrauch des Doppelmessers wesentliche Dienste. Man sieht dann an dünnen Schnitten, die man sich auf solche Art bereitet hat, wie die Fasern die Höhlungen umkränzen oder eigene Räume zwischen ihrem Netzgewebe übrig lassen (Fig. 214.). Die Maschen können von einer reinen durchsichtigen Gallerte, von verschiedenartigen Körperchen, von Zellen oder einem Gemenge dieser Bestandtheile ausgefüllt sein.


Fig. 214



Blutgefäße durchsetzen häufig die fremdartigen Bildungen und geben oft zu neuen Absätzen oder zu Blutungen Veranlassung. Alle Elemente des Eiters, der Jauche und ähnlicher Flüssigkeiten vermengen sich mit ihr, so wie die Verschwärung beginnt. Blättermassen krystallinischer Fette oder anderer noch nicht näher geprüfter Körper, Oeltropfen, Epithelialbildungen, Fasern und Krystalle gesellen sich oft schon früher hinzu.

Die Mannigfaltigkeit der Gewebe, die man in vielen Geschwülsten antrifft und die häufig genug die Verwirrung vergrößert, kann von verschiedenen Ursachen herrühren. Setzen sich die krankhaften Theile zwischen den gesunden Geweben ab, so durchlaufen sie fernere Entwickelungsstufen. Man hat daher verschiedene Grade der Ausbildung neben einander. Verwenden das Blut und die Ernährungsflüssigkeit einen Theil ihrer Verbindungen für bestimmte Zwecke, so erzeugen sich Nebenkörper, die sich häufig ausscheiden. Die vielen Fettbildungen, das Pigment, die Krystalle, die man oft antrifft, entstehen wahrscheinlich auf diesem Wege. Hat sich endlich ein Absatz der Art eine Zeit lang in einem Theile aufgehalten, so beginnt er zu erweichen und zu vereitern oder zu verjauchen. Er wird dabei nicht bloß von einer Flüssigkeit durchdrungen, sondern nimmt oft noch neue Elemente, die sich aus der Verschwärungsmasse ausscheiden, auf. Die schon vorhandenen gesunden und kranken Gewebtheile werden gleichzeitig angeäzt und zerstört.

Ueber die verschiedenartigen Geschwülste s. Joh. Müller, Ueber den feineren Bau und die Formen der kranken Geschwülste. Erste Lieferung. Berlin, 1838. Fol. J. Vogel, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1843. 8. S. 798 fgg. Dessen Erläuterungstafeln zur pathologischen Histologie mit vorzüglicher Rücksicht auf sein Handbuch der pathologischen Anatomie. Leipzig, 1843. 4. und dessen pathologische Anatomie. Abtheilung I. S. 170 fgg. S. Gluge, Atlas der pathologi-

[1]) J. Vogel, a. a. O. S. 260.

schen Anatomie oder bildliche Darstellung und Erläuterung der vorzüglichsten krankhaften Veränderungen der Organe und Gewebe des menschlichen Körpers. Lieferung I — VIII. Jena, 1843—1846 und in s. erwähnten Untersuchungen zur Pathologie. Lebert und Günsburg, in den früher angeführten Werken.

Die Concremente, die größtentheils aus Erdsalzen bestehen, haben entweder den Bau der ächten Knochenmasse oder sind Kalkgebilde, welche diese höhere Stufe nicht erreichen. Die Knochenblätter, die sich an der Großhirnsichel und an den übrigen Hüllen des Nervensystems absetzen, die Verknöcherungen, die in den Muskeln und einzelnen Sehnen entstehen, die sogenannten Exercierknochen haben immer, so viel man bis jetzt weiß, den Bau der Knochen. Ich fand ihn auch in sehr ausgezeichneter Weise in einer Knochenplatte, die an der Netzhaut eines erblindeten Menschenauges lag. Es scheint hiernach, daß die höheren nervösen Theile und die Bewegungsorgane die Bildung der ächten Knochenmasse begünstigen.

Die Erdablagerungen, die häufig an den Herzklappen und den Schlagadern vorkommen, zeigen nicht den vollendeten Knochenbau, sondern bestehen im Anfange aus kalkigen Körnern und später aus zusammenhängenden einfachen erdigen Massen.

Manche Theile, die lange Zeit nutzlos im Körper verharren, ohne aufgesogen zu werden, vererben nach und nach und verwandeln sich in ein Concrement, das nie, so viel man weiß, die Gewebtheile der ächten Knochenmasse darbietet. Tuberkeln, Bälge von Geschwülsten, feste Ausschwitzungsmassen verschiedener Art und Hüllen von Eingeweidewürmern verkalken häufig auf diese Weise. Die Behälter z. B., in denen sich die Trichina spiralis, ein in den Muskeln der Menschen und der Thiere wohnender Eingeweidewurm aufgehalten hat, unterliegen zuletzt diesem Schicksal.

Die Verhältnisse der gichtischen und anderer Absätze so wie der verschiedenen Steinbildungen sind schon in der Verdauungs- und der Absonderungslehre behandelt worden.

Ueber Concremente s. F. Miescher, de inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berolini, 1836. 4. p. 43. Repertorium. Bd. I. Berlin, 1836. 8. S. 317 fgg. Remak, in Rust's Magazin. Bd. 59. Berlin, 1842. 8. S. 95. J. Vogel, in dem Handwörterbuch der Chemie. Bd. II. Braunschweig, 1843. 8. S. 337 — 354.

Zerstörung gesunder Gewebe durch krankhafte Veränderungen. — Es gelingt zwar in vielen Fällen nicht, den Gang der rückschreitenden Veränderungen, dem die zu Grunde gehenden Elemente unterliegen, zu verfolgen. Die meisten Erscheinungen aber, die man unter solchen Verhältnissen wahrnimmt, gleichen den Wirkungen, die wir auch künstlich durch Säuren oder Alkalien hervorrufen können. Nur wenige machen eine Ausnahme hiervon.

Gelangen Blutkörperchen in eiterige oder jauchigte Flüssigkeit und können sie sich nicht hierin unversehrt erhalten, so verlieren sie ihre regelrechte Form, werden zackig, schwellen auf, entlassen einen Theil ihres Farbestoffes oder lösen sich gänzlich. Alle diese verschiedenen Eingriffe kommen oft neben einander an verschiedenen Gebilden vor.

Die Fasern des Zellgewebes können sich trennen und auflockern oder gallertig werden. Sie widerstehen im Allgemeinen mit geringerer Kraft, als die verwandten Gebilde der Sehnen und der Bänder. Die quergestreiften Muskelfasern werden oft heller und durchsichtiger. Die Regelmäßigkeit ihrer Querstreifen verliert sich nach und nach. Ihre Längsfäden treten an manchen Stellen deutlicher hervor. Ihre ganze Masse wird gallertig und ihre Gesammtform vermag sich noch zu erhalten, wenn selbst die Querstreifen und die Längsfäden unkenntlich geworden sind. Es kommt auch ausnahmsweise vor, daß die erweichten Muskelfasern in einzelne Stücke, die noch von dem hellen Sarco- oder Myolemma umhüllt werden, zerfallen.

Die gallertige Erweichung dieser Gewebe ist häufig mit einer Niederschlagsbildung verbunden. Kleine Körnchen setzen sich neben und zwischen ihnen ab.

Die Knorpel widerstehen mit vieler Hartnäckigkeit den Eingriffen des Eiters und der Jauche. Ihre mikroskopischen Bestandtheile erhalten sich oft unversehrt, wenn schon ihre Nachbargebilde unterlegen sind. Werden sie losgelöst, so erweichen sie zwar auch häufig gallertig. Die Knorpelkörperchen verlieren hierbei zuerst nach Bruns und

Salzmann [1]) ihren Hof, erhalten dann einen körnigen Kern, verlieren später ihre Wände und schwinden zuletzt gänzlich. Die Kerne bleiben als körnige Haufen zurück und zerfallen zuletzt gänzlich. Es kommt aber auch oft vor, daß sich einzelne Stückchen unversehrten Knorpels erhalten und mit den übrigen Massen davongehen.

Die Knochenmasse ist den Wirkungen des Eiters, wie der Knochenfraß lehrt, zugänglicher. Löst sie sich auf, so schwinden die Kalksalze und mit ihr die Härte der ergriffenen Theile. Man findet häufig leere Knochenkörperchen, von denen wenige kurze oder gar keine dunkele Strahlen ausgehen. Dünne Knochenblättchen, die man nicht erst zu schleifen braucht, belehren hierüber am besten. Ist man genöthigt, sich vorher dünne Schliffe anzufertigen, so können leicht fremde Massen in die Höhlungen der Knochenkörperchen und der Strahlen eindringen und Täuschungen veranlassen.

Unterliegt aber auch der Knochen der Eiterung, so ändert er sich nur, wie es scheint, an den einzelnen ergriffenen Stellen. Seine Nachbargebilde brauchen nicht nothwendig die gleichen Erscheinungen darzubieten. Man findet nicht selten in den Eiterheerden Knochensplitter, die ihren regelrechten Bau beibehalten haben. Die Sequester belegen das Gleiche im Großen (§. 1866.).

Die Zerstörungsverhältnisse der übrigen Gewebtheile sind im Ganzen noch wenig untersucht worden. Beobachtungen, die wir in der Lehre vom Nervenleben kennen lernen werden, deuten darauf hin, daß sich der Inhalt der Nervenfasern früher als die Begrenzungshaut verändert. Er schwindet allmählig und wird bisweilen lückenhaft. Es bleibt nur noch zuletzt eine mattgraue Faser, die wahrscheinlich später selbst zu Grunde geht, übrig.

1713 Wiedererzeugung der Gewebe. — Einzelne niedere Geschöpfe können den Verlust von Theilen, die aus den verschiedensten Gebilden bestehen, vollständig ergänzen. Der Krebs ersetzt auf diese Weise eine verloren gegangene Scheere und die Eidechse den abgehauenen Schwanz. Schneidet man diesen zur Hälfte ein, so wächst schon nicht selten ein zweiter Schwanz zur Wunde heraus. Gefäße, Nerven, Muskeln, Sehnen, Bänder, Knochen und Haut werden in diesem Falle von Neuem erzeugt.

1714 Diese Größe der Wiederherstellung kommt nur einzelnen Geschöpfen zu und mangelt anderen, die in die gleiche Klasse gehören. Tritonen, Salamander und Eidechsen haben ein bedeutendes, Frösche, Schlangen und Schildkröten dagegen ein beschränktes Wiedererzeugungsvermögen. Der Mensch, die Säugethiere und die Vögel ersetzen höchstens einzelne Gewebe, nicht aber ganze Gliedstücke, welche die mannigfachsten Gebilde enthalten.

1715 Wir haben früher (§. 1681. bis 1696.) gesehen, daß die Oberhaut, die Nägel und die Haare ihre Bestandtheile fortwährend wechseln und daß stets neue Gebilde an der Stelle der älteren geliefert werden. Die Natur erzeugt auch nicht selten diese Gewebe an ungewohnten Orten unter krankhaften Verhältnissen. Wir finden Oberhautzellen oder ihnen wenigstens verwandte Gebilde in dem Innern mancher regelwidriger Bälge (§. 1712.). Hat ein Mensch das letzte Fingerglied verloren, so

[1]) Salzmann, über den Bau und die Krankheiten der Gelenkknorpel. Tübingen, 1845. 8. Seite 16 fgg.

kann sich ausnahmsweise ein nagelartiger Theil an dem Ende des Stumpfes erzeugen. Haare treten bisweilen in Geschwülsten auf.

Die Natur ersetzt auch häufig Stücke der Oberhaut, der Nägel und der Haare, so lange die Matrix thätig bleibt. Entfernt man aber Theile der schon fertigen Hornmasse, schneidet man eine Parthie der oberflächlichsten Epidermidalschichten, des Nagels oder des Haarschaftes aus, so bleibt die Lücke. Sie rückt so weit vorwärts, bis ihre Umgebungen als die ältesten Gebilde den Körper von selbst oder auf künstlichem Wege verlassen.

1716 Nur ein Theil der Gewebe, in denen die unausgesetzte Erneuerung nicht bestimmt nachgewiesen werden kann, hat das Vermögen sich wieder zu erzeugen. Die Formelemente der Krystalllinse, der Knochen und des peripherischen Nervensystems erfreuen sich dieses Vorzuges. Wunden, welche die übrigen Bestandtheile des Körpers treffen, heilen auf dem Wege der Narbenbildung.

Krystalllinse. — Entfernte ich die Krystalllinse vom Kaninchen, ließ aber die Kapsel zurück, so fand ich in dieser nach einiger Zeit eine Masse, die sich schon dem freien Auge als Linsensubstanz verrieth, durch Wasser wenig getrübt wurde, in Weingeist dagegen ihre Durchsichtigkeit auf der Stelle verlor und eine kreideweiße Farbe annahm. Die mikroskopische Untersuchung zeigte die gewöhnlichen Gewebtheile der Krystalllinse. Linsenzellen, wie sie im Erwachsenen in der Morgagni'schen Feuchtigkeit allein vorkommen, waren an der Oberfläche und in der Tiefe der neuen Masse vorhanden. Einzelne Bruchstücke bildeten geronnene Klumpen, ließen keinen sicher nachweisbaren Bau erkennen oder enthielten sehr feine Fasern. Breitere Fasern, wie sie den frühesten Entwickelungszuständen eigen sind, kamen selbst in dem Innern der wiederhergestellten Linse vor. Sie war im Ganzen mit vieler Feuchtigkeit durchtränkt und an einzelnen Stellen zwiebelartig geschichtet, an anderen, aus unregelmäßigeren, dazwischen gelegten Bruchstücken zusammengesetzt.

Die Linsenkapsel schien einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Wiederherstellung des Krystallkörpers auszuüben. Sie fiel natürlich nach der Entfernung der gesunden Linse zusammen, verflachte sich in der Richtung von vorn nach hinten und verkleinerte sich auch wahrscheinlich in ihren übrigen Durchmessern. Die neue Masse fand so einen beschränkteren Hohlraum vor. Dehnte sie auch die Kapsel aus, so blieb diese doch kleiner, als in dem unversehrten Auge.

Eine Lücke der neuen Linse entsprach der Stelle, an welcher die Kapsel bei der Operation aufgeschlitzt worden war. Wir können vermuthen, daß so in gewissem Maaße die Bildung der neuen Krystallkörper von der Vollständigkeit jener Hülle abhängt.

Hat man die verdunkelte Linse eines Menschen bei der Operation des grauen Staares ausgezogen oder nach einer anderen Stelle des Auges befördert, so findet man später bisweilen eine kleine Linse in der früher verletzten Kapsel. Diese und die Verhältnisse der ernährenden Blutgefäße scheinen auch hier mit der Form und Größe des neuen Gebildes in Beziehung zu stehen. Vergl. W. Soemmerring, Beobachtungen über die organischen Veraenderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankfurt a. M., 1828. 8. K. Textor. Ueber die Wiedererzeugung der Krystalllinse. Würzburg, 1842. 8. und Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. II. S. 321.

Man kennt noch nicht den Grund, weshalb die Linse des Vorzuges der Wiedererzeugung genießt. Die embryonalen Verhältnisse sind aber wenigstens im Stande, die Ursache in einer freilich sehr unbestimmten Weise anzudeuten. Man weiß, daß die Linsenkapsel nach Huschke's vielfach bestätigter Entdeckung aus einer Einstülpung der äußeren Haut hervorgeht. Die Linsenzellen, welche die Grundlage der späteren Fasern bilden, sind daher gewissermaßen als Oberhautzellen zu betrachten. Sie werden sich, sobald die Matrix in voller Thätigkeit bleibt, von Neuem erzeugen können.

Knochen. — Ihr Gewebe ergänzt sich leicht und üppig. Brüche werden bald mit Knochenmasse verkittet und verloren gegangene Stücke durch neue ersetzt. Die wiedererzeugten Theile beschränken sich nicht blos auf die Ausfüllung der Lücke, sondern nehmen leicht einen größeren Umfang, als das zu Grunde gegangene regelrechte Stück ein.

Die Heilung der Knochenbrüche beruht auf diesem leichten Wiedererzeugungsvermögen. Halten wir uns an die Erfahrungen, die Miescher hierüber gewonnen hat, so zerreißt der vollständige Bruch die Blutgefäße des Knochens und der Beinhaut und streift diese eine Strecke weit los. Die heftig gereizten Muskeln, die nicht mehr von dem Widerstande des Knochens gehalten werden, ziehen sich übermäßig zusammen, verschieben die Bruchenden des Knochens und verletzen sich an dessen Zacken. Das Blut, das auf diese Art in reichlicherem Maaße hervorquillt, dringt in die Markmasse und in die Zwischenräume der Weichgebilde der Nachbarschaft ein, gerinnt nach und nach und durchzieht so das Ganze als rothe und zähe Verbindung. Eine heftige Entzündung, die bald nachfolgt, scheidet eine flüssigere oder festere Ausschwitzung ab. Die rothe Farbe des ursprünglichen Ergusses wird hierdurch blasser und die Weichgebilde kleben inniger zusammen. Die Beinhaut schwillt unterdeß an. Eine gallertige Zwischenbildung drängt sich unter sie und über den Knochen. Das Mark verdickt sich, wird weißer und haftet inniger an dem Knochen. Eine röthlichweiße halbdurchsichtige Masse sproßt aus ihm hervor, vereinigt sich mit der äußeren Ausschwitzung, die zwischen der Beinhaut und dem Knochen entstanden war, und bildet so eine vorläufige Verbindung. Sie beschränkt sich nicht bloß auf die Ausfüllung der entstandenen Lücke, sondern besitzt schon einen größeren Umfang, als diese hatte.

Ihre Gewebe bilden sich bald in verschiedenen Richtungen fort. Die äußere Abtheilung behält die Form einer Ausschwitzung und zeigt einen körnigen Bau. Die inneren Theile dagegen geben sich binnen Kurzem als Knorpel dem freien Auge und unter dem Mikroskope zu erkennen. Einzelne Höhlen bilden die Vorläufer der Markkanälchen, die kurz darauf von wahren Knochenbälkchen begrenzt werden. Diese treten nicht in der Mitte jener Knorpelmasse oder des sogenannten provisorischen Callus zuerst auf, sondern beginnen eher an den Bruchenden des Knochens, um sich von da ferner zu verbreiten. Die Verknöcherung beherrscht bald die gesammte Masse.

Eine neue Knorpelbildung, die ebenfalls bald in Knochen übergeht, ein secundärer Callus, entsteht indeß in ihrem Umkreise. Ist er auch hart geworden, so erlangt er doch lange Zeit nicht die Dichtigkeit der Innengebilde.

Die Knochensubstanz, die aus beiden hervorgeht, verdrängt nach und nach den größten Theil der übrigen Ausschwitzungsmassen und erhält sich als bleibender Callus. Seine Oberfläche ist häufig uneben und zackig, schleift sich aber nach und nach auf dem Wege der Auffaugung ab. Der Umfang verkleinert sich hierbei, er bleibt jedoch in der Regel größer, als der der benachbarten Knochenstücke. Geschieht dieses nicht, bildet die neue Knochenmasse einen störenden, zu großen Knollen, so haben wir einen wuchernden Callus, der nicht selten die Bewegungen der Nachbargebilde beschwerlich macht.

Die größeren Markhöhlen entstehen aus den kleineren, die von Anfang an in dem Callus enthalten sind. Die, welche von den Bruchenden am weitesten entfernt liegen, erweitern sich immer mehr und machen den Knochen in seiner Mitte lockerer. Diese Auffaugung schreitet dann nach den gesunden Knochenstücken fort, verschont selbst nicht größere Scheidewände und stellt endlich so einen fortlaufenden Markraum dar.

Hat der Callus seine gehörige Ausbildung erlangt, so verbindet er die Knochenstücke fester, als es früher die gesunden Theile gethan haben. Die Masse bricht leichter in den dünneren gesunden, als in den dickeren neuen Theilen. Der Mangel an entzündlicher Thätigkeit und allgemeine Entmischungskrankheiten hindern aber nicht selten, daß er diese Stufe der Entwickelung erlangt. Eine faserige Ausschwitzung oder knorpelige Absätze, die nur wenig oder gar keine Knochensubstanz enthalten, treten an seine Stelle, die Bruchgegend des Knochens bleibt weich und bildet ein sogenanntes künstliches Gelenk.

Wird ein Mensch später von einer Entmischungskrankheit befallen, so kann ein Callus, der Jahre lang gedient hat, seine Knochenmasse verlieren und untauglich werden.

Diese Erscheinung gleicht dem Aufbruche alter Narben, der häufig genug in solchen Fällen vorkommt.

Die Callusmasse hat im wesentlichen denselben Bau und dieselbe chemische Zusammensetzung, wie der gesunde Knochen. Ist sie dichter, so enthält sie nur weniger Markkanälchen. Die Asche besteht aus phosphorsauerem und kohlensauerem Kalk, aus Talkerde und alkalischen Salzen. Die procentigen Mengen der Bestandtheile weichen nach Verschiedenheit der Entwickelungs- und der Festigkeitsgrade ab.

Lassaigne fand 40% organischer Verbindungen in dem gesunden Knochen, 48,5% in dem inneren und 50% in dem äußeren Callus. Die vollkommene Heilungsstelle der gebrochenen Rippe eines Pferdes gab mir 52,5%, der darangrenzende gesunde Knochen 52,7%, mithin so viel als gar keinen Unterschied. Der frische trockene Callus führte dann 1,3% basisch phosphorsauerer Kalkerde weniger und 1,2% kohlensaueren Kalkes mehr, als der gesunde Knochen. Da häufig der Callus dichter, als der benachbarte Knochen ist, so kann er auch eine größere Aschenmenge enthalten. Sebastian fand z. B. 60% in den Knochen des Schädels und 66,8% in dem Callus derselben.

Ueber die Callusbildung und andere Knochenleiden s. F. Miescher, De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berolini, 1836. 4. H. Lebert Physiologie pathologique. Tome II. p. 110 fgg.

Gewebe des peripherischen Nervensystems. — Durchschnittene Nerven heilen nicht selten zusammen. Die Verbindung sehr vieler Primitivfasern stellt sich hierbei vollständig her.

Hat man einen Nerven eines Kaninchens oder Hundes getrennt, so entfernen sich die Durchschnittsflächen von einander und vergrößern so die entstandene Lücke. Die Zellgewebefasern, welche die Nervenfasern einhüllen, verlieren hierbei ihre natürliche Spannung, biegen sich wellenförmig und erzeugen jene Querlinien, die wir häufig an den Nerven der Leichen mit freiem Auge beobachten. Etwas Mark kann hierbei an den Durchschnittsenden der Nervenfasern hervorgedrängt werden. Kommt die Wiedererzeugung unter den bald zu erwähnenden Bedingungen zu Stande, so füllt eine Ausschwitzung die neu entstandene Lücke. Die Ablagerung dehnt sich auch in der Regel weiter aus und bildet eine unregelmäßige Masse, die selbst in die Zwischenräume der Nachbargewebe eindringt. Sie ist nicht immer rein weiß, sondern hat oft eine gelbliche oder röthliche Farbe und zeigt eine Menge von körnigen Elementen, von denen wahrscheinlich ein Theil die Grundlage der neuen Nervenfasern bildet.

Beginnt die Entwickelung von diesen, so gelingt es in Einzelfällen, sich eine für die Auffassung des ganzen Herganges wichtige Anschauung zu verschaffen. Ein feiner mit dem Doppelmesser bereiteter Längsschnitt zeigt nämlich, daß oben und unten die verhältnißmäßig am schärfsten begrenzten Theile der neuen Nervenfasern von den Durchschnittsrändern der älteren Fasern ausgehen, nach der Mitte zu einander entgegenrücken und hier schwächer oder ganz unkenntlich werden. Wir können hiernach annehmen, daß die älteren noch vorhandenen gesunden Gewebtheile den ersten Anstoß zur Umwandlung der Ausschwitzungsmasse in Gebilde, die ihnen gleichen sollen, geben. Vollständige Primitivfasern, die im Anfange nach Nasse und Günther schmaler sind, ziehen sich später durch die Ausschwitzungsmasse. Sie haben in der Folge alle Merkmahle der Nervenfasern, mit denen sie zusammenhängen.

Der Theil der Ausschwitzung, der weder zur Erzeugung der Nervenelemente verwandt, noch aufgesogen wird, verwandelt sich allmälig in weiße zellgewebige Fasern. Eine große Parthie des Knollens, der die frühere Verletzungsstelle bezeichnet, besteht aus ihnen.

Die Verhältnisse dieser Verdickung erinnern in mancher Beziehung an die Erscheinungen des Knochencallus. Sie bildet meist eine rundliche Masse, die einfach oder durch Einschnürungen in Abtheilungen getrennt ist. Nebenbänder heften sie nicht selten an benachbarte Organe. Die ganze Knollenbildung kann aber auch nach längerer Zeit schwinden. Hatte ich die Zungenschlundkopfnerven eines Hundes länger, als drei Jahre vorher durchschnitten, so fanden sich keine Verdickungen an dem Nervenstamme vor. Die

Verletzungsstelle verrieth sich fast nur noch durch die Verwachsung des Nerven mit den Nachbargebilden.

Hat sich auch der Nerve wiedererzeugt, so sind wahrscheinlich nur ein großer Theil Primitivfasern, nicht aber alle zu ihren früheren Verhältnissen zurückgekehrt. Diejenigen, die unterbrochen blieben, schwinden vermuthlich nach und nach, sie werden platter und blasser, verlieren ihren öligten Inhalt, bilden zuletzt nur blasse Scheiden der Begrenzungshaut und vergehen, wie sich annehmen läßt, zuletzt gänzlich.

Ist die Lücke, welche die Verletzung erzeugt, zu groß, oder haben sich fremdartige Gewebe in sie eingedrängt, so bleibt die Wiederherstellung des Nerven aus. Dreht man das eine Ende des Nervenstammes zusammen oder befestigt es seitlich in einer unpassenden Lage, so erhält man das Gleiche. Wir haben oben gesehen, daß wahrscheinlich die einander gegenüberliegenden Durchschnittsenden der Nervenfasern den Anstoß zur zweckmäßigen Neubildung geben. Kommen sie in eine Lage, in denen dieses nicht der Fall ist, so wird auch nicht der Hergang das gewünschte Endziel erreichen.

Wir werden in der Nervenlehre finden, daß der Chirurg in den Fall kommen kann, die Wiederherstellung zerschnittener Nervenstämme zu verhüten. Die Drehung des einen Durchschnittsendes und die unpassende Befestigung desselben kann ihn hier noch am sichersten zum Ziele führen.

Erzeugt sich der durchschnittene Nerve nicht wieder, so umgeben sich seine Enden mit Ausschwitzungsmassen. Diese verwandeln sich oft in Knollen, die bald an dem oberen, bald an dem unteren Stücke des verletzten Stammes und nicht selten an beiden Enden vorkommen. Sie fehlen auch oft gänzlich. Die Enden der Nervenstümpfe können sogar spitz auslaufen und sich mit einem feinen Faden an den Nachbargebilden anheften.

Viele Nervenfasern eines solchen verletzten Nerven gehen auf die oben geschilderte Weise zu Grunde. Der ganze Stamm wird daher weicher und erhält ein mattgraues Aussehen. Der peripherische Theil des Nervenstammes unterliegt dieser Entartung am meisten. Sie fehlt jedoch auch nicht gänzlich in dem Theile, der noch mit dem Gehirn oder dem Rückenmarke in Verbindung steht.

Die peripherischen Nervenkörper scheinen sich ebenfalls unter glücklichen Verhältnissen wieder zu erzeugen. Hatte ich den zweiten Halsknoten des herumschweifenden Nerven des Kaninchens ausgerottet, so enthielt später die Ausschwitzungsmasse Zellengebilde, die an Nervenkörper erinnerten.

Ueber die Wiederherstellung der Nerven s. O. Steinrück, De regeneratione nervorum. Berolini, 1838. 8. H. Nasse, in Müller's Archiv. 1839. S. 405. Günther und Schoen, ebendaselbst. 1840. S. 240. H. Klencke, Physiologie der Entzündung und Regeneration in den organischen Geweben. Leipzig, 1842. 8. S. 120. C. Langer, Ueber den Bau des Nerven. Wien, 1842. 8. S. 52 und A. F. Günther, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Leipzig, 1845. 8. S. 445.

Gewebe, die sich nicht wiedererzeugen. — Entfernt man die Krystalllinse, so ereignet es sich bisweilen, daß der größte Theil des Glaskörpers nachstürzt. Fällt auf diese Weise das Auge zusammen, so scheinen sich weder Linse noch Glaskörper wieder zu erzeugen. Künftige Erfahrungen müssen aber noch lehren, ob sich der letztere, wenn nur kleinere Stücke von ihm verloren gegangen sind, von Neuem ergänzt.

Die Zähne gleichen darin den Haaren, daß sie sich in Ausnahmsfällen vollkommen nachbilden. Sehr alte Leute, deren Kiefer seit Jahren zahnlos sind, können noch einzelne Zähne erzeugen. Wir haben schon früher (§. 1715.) gesehen, daß diese nicht selten in Geschwülsten des Eierstockes vorkommen. Ist aber ein Zahn gespalten worden, so scheint sich nur die Lücke mit einer knochenähnlichen Masse, nicht aber mit ächter Zahnsubstanz zu füllen. Die Untersuchung eines hierher gehörenden Pferdezahnes führte mich wenigstens zu diesem Ergebnisse.

Die Primitivfasern und die Nervenkörper des Gehirns und des Rückenmarkes stellen sich wahrscheinlich nicht wieder her. Wunden dieser Theile heilen gewöhnlich im günstig-

sten Falle durch Narbenfasern zusammen. Diese Thatsache ist um so merkwürdiger, als sich die peripherischen Fasern mit Leichtigkeit ersetzen.

Durchschneidet man die Muskeln eines lebenden Menschen oder Thieres, so ziehen sich die beiden Stücke zurück. Die Lücke vergrößert sich daher auf diese Weise. Ist sie nicht zu bedeutend, so füllt sie sich später mit einer röthlichen Ausschwitzungsmasse, die in der Folge in zellgewebige Narbenfasern übergeht. Sie hat im Anfange einen größern Umfang, engt sich aber später im Laufe ihrer Fortentwickelung ein und verwandelt sich nicht selten in einen verhältnißmäßig dünnen, aber festen hellen Strang. Untersucht man die Verhältnisse unter dem Mikroskope, so sieht man, wie die Muskelfasern, *a* Fig. 215., spitz oder auf unregelmäßige Weise enden und die Zellgewebefasern der Narbenbildung *b* an und zwischen ihnen haften. Vergl. hierüber J. Thaetz (und G. Simon), De musculorum regeneratione experimentis illustrata. Berolini, 1843. 8.

Fig. 215.



Dasselbe wiederholt sich in den Sehnen. Sind sie durchschnitten worden, so vergrößert sich die Lücke, sobald sich der Muskel, dem sie angehören, im Uebermaaße verkürzt. Die Ausschwitzungsmasse aber, die später entsteht, verwandelt sich nur in zellgewebige Fasern, die freilich den ächten Sehnenfasern nahe stehen. Die Narbe ist auch hier häufig dünner, obgleich sehr fest, und hat nicht das schillernde Aussehen, das die gesunden Sehnen darbieten. Vgl. F. A. ab Ammon, de physiologia tenotomiae experimentis illustrata. Dresdae, 1837. 4.

Sind ächte Knorpelmassen angeschnitten worden, so füllen sie sich nicht mit wahrer Knorpelsubstanz aus. Sie bleiben entweder unverändert, oder erhalten nur eine Ausschwitzungsmasse, die höchstens später in zellgewebige Fasern übergeht. Hat man Knorpelflächen in Folge einer chirurgischen Operation bloßgelegt, so stoßen sich häufig Stücke von ihnen von selbst los oder lösen sich auf. Wir haben schon früher (§. 1712.) gesehen, welche Veränderungen die Knorpelkörper in diesen Fällen erleiden. Sie entarten nach Bruns und Salzmann in ähnlicher Art, wenn krankhafter Weise die Grundmassen in ein Fasergewebe übergehen. Die Grundmasse unterliegt meist, wie bei den Knochen, zuerst. Bildet sich ein frisches Gelenk in Folge einer nicht wieder eingerichteten Verrenkung, so haben nach Bruns die neuen scheinbaren Knorpeltheile nicht den Bau des ächten Knorpels, sondern sind Faserbildungen, zu denen sich oft noch Fettablagerungen hinzugesellen. Vgl. V. Salzmann (und V. Bruns), Ueber den Bau und die Krankheiten der Gelenkknorpel. Tübingen, 1845. 8.

Manche Schriftsteller geben zwar an, daß sich die Schleimhäute, z. B. des Dünndarmes wiedererzeugen. Bedenkt man, daß die Hauptmasse derselben aus zellgewebigen Fasern besteht, daß sich ihre Epithelialüberzüge häufig von Neuem bilden, und daß schleimigte Absonderungen an den verschiedensten Oberflächen zu Stande kommen, so kann es möglich sein, daß das Urtheil des freien Auges und selbst einer nicht tiefer gehenden mikroskopischen Untersuchung zur Annahme einer vollständigen Wiederherstellung verleiten kann. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, daß sich eine vollkommene Schleimhaut mit allen nöthigen Drüsen erzeugt.

Die absondernden Drüsen, die Blutgefäßdrüsen, die Bänder und Bandscheiben und überhaupt die übrigen, bis jetzt nicht genannten Gewebe heilen durch Narbenbildung. Die Form der Narben wechselt häufig nach der Art der Verletzung (§. 324.) und der Heilung. Vgl. R. Breuer (et F. Günsburg), Meletemata circa evolutionem ac formas cicatricum. Editio altera. Vratislawiae, 1844. 4 und F. B. Ficinus, Nonnulla de cicatrisatione. Berolini, 1846. 8

1717 Wiederherstellung von Canälen. — Wir haben früher (§. 1517.) gesehen, daß sich der durchschnittene Gallen- oder Bauchspeicheldrüsengang wenigstens so weit wiederherstellen kann, daß der gewöhnliche Abfluß möglich wird. Die Blutgefäße geben uns ein anderes Beispiel, das auf verwickelteren Verhältnissen beruht.

1718 Die Ausschwitzungsmassen können nicht bloß Haargefäße, sondern auch Schlag- und Blutadern von kleinerem Umfange enthalten. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß wenigstens dünnere Blutgefäßröhren unter krankhaften Verhältnissen neu entstehen. Man weiß dagegen noch nicht, ob sich die Wände der größeren Puls- und Blutadern wiedererzeugen.

Wollte man ein Stück einer Arterie ohne weiteres ausschneiden, so müßte man den dem Herzen näher liegenden Theil unterbinden, um das Thier am Leben zu erhalten. Ein solcher Versuch könnte daher nicht die Frage, die uns hier beschäftigt, lösen. Soll dieses möglich werden, so muß das verletzte Gefäß den Kreislauf unterhalten.

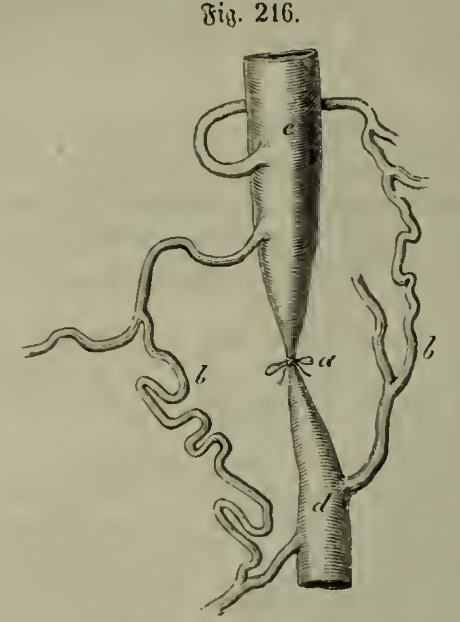
Ich unterband die Nierenschlagader von zwei Kaninchen, schnitt ein Stück aus, befestigte an dessen Stellen einen Federkiel von ungefähr derselben Dicke und öffnete wieder die zuerst angelegten Fäden. Da diese Thiere nach Unterleibsverletzungen binnen Kurzem zu Grunde zu gehen pflegen, so wiederholte ich denselben Versuch an der Schenkelhautvene eines sehr großen Hundes. Der Federkiel war nach einigen Wochen von einer Ausschwitzung eingekapselt. Die Umhüllung war aber weder durchgehends faserig, noch mit den Elementen der Gefäßhäute versehen. Die Zukunft wird lehren müssen, ob Versuche, in denen die Thiere eine Reihe von Monaten später zergliedert werden können, zu glücklicheren Ergebnissen führen.

1719 Hat man eine Schlagader unterbunden oder ist sie aus einem anderen Grunde unwegsam geworden, so gerinnt in der Regel das in ihr enthaltene Blut bis zu der nächsten Abgangsstelle eines Hauptastes und bildet einen Blutpfropf oder Thrombus. Eine Ausschwitzung füllt nach und nach die Höhle, verdrängt die frühere Blutmasse, bildet sich meist zu zellgewebigen Fasern um, verschließt die Schlagader und macht sie, wie man sich ausdrückt, bandartig. Die Natur bedient sich wahrscheinlich eines ähnlichen Herganges, um den arteriösen botallischen Gang, der die Lungenarterie mit der Aorta verbindet, nach der Geburt in eine bloße Verbindungsmasse, die Nabelschlagadern in die Seitenbänder der Harnblase und die Nabelblutader in das runde Leberband zu verwandeln.

Die mikroskopischen Untersuchungen, vorzüglich von Zwicky, haben nachgewiesen, daß die späteren Gewebtheile der Verschließungsmasse nicht unmittelbar aus dem anfangs ergossenen Blutpfropfe, sondern aus einer besonderen Ausschwitzung entstehen. Diese tritt schon als geronnenes Faserstoffgebilde auf, wenn noch viele Blutkörperchen kenntlich sind. Körnerhaufen nehmen bald neben ihnen Platz. Die Blutkörperchen und die frühere Faserstoffmasse schwinden nach und nach und das Ganze erhält einen höhern Grad von Spannkraft. Die Körnerhaufen werden in der Folge unsichtbar. Es treten immer mehr Zellenfasern, die allmählig in zellgewebige Fäden zerfallen und ihre Kerne verlieren, hervor. Die Narbenfasern nehmen, wie gewöhnlich, einen geringeren Raum ein. Die Schlagader wird daher an ihrer Verschließungsstelle dünner und verliert endlich mit der Zeit ihr ursprüngliches Gewebe gänzlich. Vergl. B. Stilling, Die Bildung und Metamorphose des Blutpfropfes oder Thrombus in verletzten Blutgefässen. Eisenach, 1844. 8. H. Zwicky, Die Metamorphose des Thrombus, mikroskopisch untersucht. Zürich, 1845. 4.

1720 Ist eine Schlagader verengt oder gänzlich verschlossen, so hört deshalb nicht der Blutzufluß zu den sonst von ihr versorgten Theilen auf, sondern es bildet sich ein Seiten- oder Collateralkreislauf, der die Abschlußstelle umgeht und den Fortgang der Flüssigkeit möglich macht. Denken wir uns, die Schlagader sei bei *a* unterbunden worden und *c* hänge mit dem Herzen *d* aber mit den peripherischen Theilen zusammen, so gehen starke Nebenäste *b b*, die oberhalb *a* entspringen, in mannigfachen Windungen hinab, um in *d* einzumünden. Das Blut findet so seine Nebenbäche, auf denen es zu seinem Ziele gelangt. Die Verengerung des Aortenbogens des Menschen kann selbst auf diese Weise unschädlich gemacht werden. Große Netze von Blutadern beseitigen nicht selten in ähnlicher Art die Nachtheile, die sonst den Verschluß oder die Verstopfung großer und wichtiger Venenzweige nach sich ziehen würde.

Fig. 216.



Denken wir uns, daß eine Schlagader an einer Stelle unwegsam ist, so findet der Druck des Blutes einen Widerstand. Es wird eine stärkere Spannung der Flüssigkeit zu Stande kommen und zugleich im Anfange weniger Blut nach der Gegend des leidenden Theiles fließen. Man kann sich vorstellen, daß der Druck die kleineren Zweige der Schlagader nach und nach ausweitet. Untergeordnete Anastomosen, die häufig vorhanden sind, und selbst nur feine Zweige können sich wahrscheinlich auf diese Weise ausdehnen. Ihre Wände verdicken sich zugleich. Hat man z. B. die Schenkelschlagader unterbunden, so wird der Fuß kalt und droht bisweilen selbst brandig zu werden. Die Eigenwärme stellt sich aber nach und nach, so wie sich die Nebenwege öffnen, her. Der Theil wird endlich, wie im gesunden Zustande, mit Blut versorgt.

Die Gewebe, aus denen die Gefäßwände des Nebenkreislaufes bestehen, sind bis jetzt noch nicht genauer untersucht worden. Sie weichen jedoch wahrscheinlich nicht wesentlich von den der gesunden Schlagadern ab.

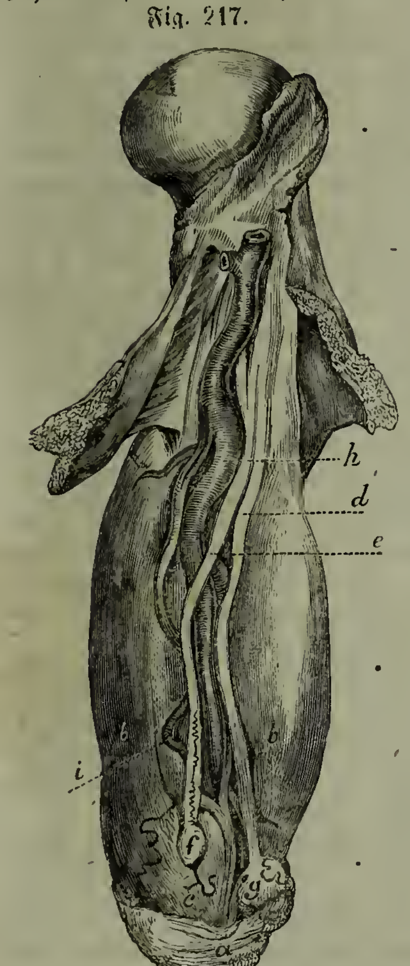
Vergl. auch Fr. Tiedemann, Ueber die krankhafte Verschliessung grösserer

Venenstämme und Verengung der Pulsadern. Heidelberg, 1843. 4. Ueber die Folgen der natürlichen und künstlichen Verstopfung der Gefäße, vorzüglich der Lungenarterie s. Virchow, in den Beitraegen zur experimentellen Physiologie und Pathologie, herausgegeben von Traube. Hft. 2. Berlin, 1846. 8. S. 1—90.

1721 Ernährungsverhältnisse verstümmelter Theile. — Hat ein Mensch ein Glied verloren, so bleibt der Stumpf magerer, als das entsprechende Stück der noch vollständigen Extremität. Er wird weniger oder einseitiger gebraucht und kann schon deshalb nicht die volle Kraft erlangen. Die größeren Blutgefäße, die einen bleibenden Widerstand an ihren blinden Endstücken finden, verengern sich allmählig, leiten wahrscheinlich verhältnißmäßig weniger Blut zu und ernähren auf diese Weise unvollkommener.

Die Stümpfe zeigen eine Reihe anatomischer Eigenthümlichkeiten, von denen wir uns die meisten an der Fig. 217. gegebenen Abbildung des Oberarmstumpfes eines drei Jahre vor seinem Tode operirten Mannes versinnlichen können.

Fig. 217.



Hat ihr Ende keinen Ueberfluß an Weichgebilden, so läuft das Ganze kegelförmig aus und schließt abgerundet. Die Stümpfe des Oberarmes besitzen fast immer diese Form; die des Vorderarmes und des Unterschenkels sind im Allgemeinen ihrer Doppelknochen wegen abgerundeter. Die des Oberschenkels erscheinen zuckerhutförmig, abgerundet oder platt, je nachdem wenig Weichgebilde neben dem Ueberreste des Oberschenkelknochens vorhanden sind oder nicht.

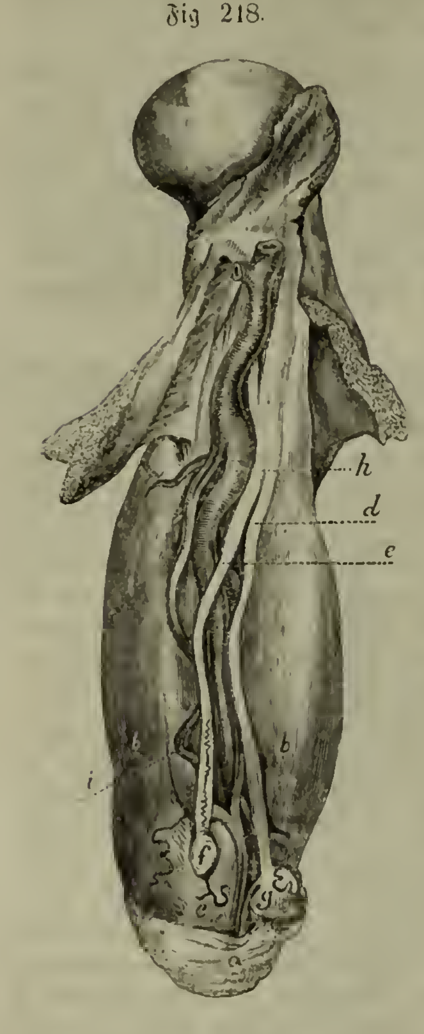
Die Narbe *a*, Fig. 217., bildet in günstigen Fällen eine schmale Linie. Mußte dagegen die Haut mit Mühe über dem Knochen zusammengezogen werden oder störten Knochenvereiterungen, Geschwürbildungen oder andere Unfälle die Heilung, so erscheint sie ungleich, indem sich einzelne Wülste hügelartig zwischen tiefen Furchen emporwölben. Sie liegt in der Regel dem Knochenende gegenüber. Da aber häufig die Verstümmelung das regelrechte Widerspiel der Muskeln stört, so können sich diese an einer Seite mehr, als an der anderen verkürzen und die Narbe verziehen. Sie liegt z. B. auf diese Weise in einzelnen Oberschenkelstümpfen weiter nach hinten.

Die Haut, die an die Narbe grenzt, hat bisweilen die Neigung, Oberhautschuppen, deren Zellen inniger an einander haften, abzusetzen. Viele Stümpfe bieten aber nichts der Art dar.

Da der größte Theil der Muskeln des Stumpfes thätig bleibt, so behalten sie auch ihre rothe Farbe. Sie nehmen nur meist an Umfang ab. Es finden sich aber nicht selten einzelne Stellen, die blassere Muskelfasern besitzen. Sie liegen meist vorzugsweise in der Nähe der Narbe. Ihre Querstreifen erscheinen oft unter dem Mikroskope undeutlicher. Ihre Masse ist grauer und weicher, und nicht selten mit Körnchen bedeckt. Fettkugeln liegen dann häufig in und zwischen ihnen. Bandartige Massen, *c* Fig. 217., heften die durchschnittenen Muskeln und Sehnen *b b* an die Haut und die Narbenmasse des Stumpfes. Sie bestehen aus dichten zellgewebeähnlichen Fäden.

Die Nerven *de*, Fig. 218., schlängeln sich nicht selten in einzelnen Stümpfen in auffallender Weise, schwellen an ihren Enden zu starken Knollen *f* und *g* an oder laufen auch einfacher aus. Sie werden in beiden Fällen durch faserige Ausschwitzungsmassen mit den benachbarten Theilen verbunden. Eine Knollenmasse nimmt häufig nicht bloß die benachbarten Nerven, sondern die bandartigen Enden von Gefäßstämmen auf.

Fig 218.



Der Knollen besteht zum größten Theil aus zellgewebigen Fasern, die bündelweise zusammenliegen und zahlreiche meist spindelförmige Kerne nach der Behandlung mit Essigsäure erkennen lassen. Verfertigt man sich einen feinen Schnitt mittelst des Doppelmessers, so sieht man oft gesonderte Faserbündel, die quer durchschnitten sind und als einzelne Anhäufungen dunkeler Kreise erscheinen. Andere Bündel ziehen sich dann um sie kreisförmig herum. Es werden mithin Gruppen von Fäden, die nach einer Richtung verlaufen, von anderen, die eine abweichende Bahn verfolgen, umstrickt. Einzelne Nervenbündel treten in den Knollen. Ihre Fasern zeigen oft noch hier einen deutlichen öligten Nerveninhalt. Ich sah, daß manche von ihnen an ihren Enden spitz zuliefen und hier noch Mark führten. Die untere Gegend des Knollens dagegen zeigte mir nie mit Bestimmtheit ächte vollkommene Nervenfasern. Die von Larrey vertheidigte Ansicht, daß sie bis in den untersten Theil des Stumpfes oder bis in die Narbe reichen, entspricht daher vermuthlich nicht der Wahrheit. Einzelne Nervenfasern schienen mir die gewöhnliche Breite darzubieten, andere dagegen etwas schmaler zu sein.

Die größeren, kleineren und mittleren Schlagadern, *h i* Fig. 218., schlängeln sich bisweilen in kürzeren Stümpfen, z. B. des Oberarmes, in bedeutendem Grade. Die Hauptstämme sind eher enger, als weiter. Einzelne untergeordnete Zweige, vorzüglich die, welche sich an dem Knochenstumpfe und an dessen Verschließungstheilen hinziehen, machen bisweilen eine Ausnahme hiervon. Probst giebt noch an, daß die Wände einzelner Venen verdickt sind.

Die Durchschnittsstellen der größeren Gefäße heften sich in der Regel an die Narbe, die Knollen, die Haut oder andere Weichgebilde mit faserigen Nebenmassen an. Seitenzweige gehen noch hier nicht selten von den Schlagadern ab. Man stößt auch bisweilen auf kleine, offene Strecken des Arterienrohres, ohne daß noch tiefer Nebenäste austreten. Das unterste Ende plattet sich ab und steht so mit seinem Anheftungsbande in Verbindung. Dieses ist durch und durch mit Zellgewebefäden versehen.

Die bloßgelegte Markhöhle des Knochens schließt sich allmählig mit neuer Masse. Sie bildet oft ein einfaches Stück, das keine starken Unebenheiten oder nur unbedeutende Vertiefungen darbietet, und bald dünn und nachgiebig, bald dick und fest ist. Einzelne Knochensplitter liegen noch bisweilen, vorzüglich in jungen Stümpfen, in der Ausschwitzungsmasse zerstreut. Der untere Theil des Knochens trägt aber auch nicht selten Knochenzacken oder andere Wucherungen. Es entsteht so eine knolligte Masse, die man schon durch die Haut durchfühlt. Werden dann die Weichgebilde gegen sie angedrückt, so erregen sie nicht unbedeutende Schmerzen. Eine oder mehrere stark entwickelte Kranzschlagadern finden sich nicht selten in der Nähe. Mußten zwei Knochen, wie an dem Vorderarme oder dem Unterschenkel durchsägt werden, so sind sie häufig durch eine knöcherne Zwischenmasse zusammengekittet.

Die Narbenmasse besteht vorzugsweise aus zellgewebigen Fasern. Sie wird nicht selten an einzelnen Stellen von feinen Gefäßen und mikroskopischen Fettablagerungen durchzogen.

1722 Abgemagerte Theile bieten häufig regelrechte Gewebe dar. Sind aber ihre Muskeln unthätig, so werden sie blaß, weich und selbst gallertartig. Ein Theil ihrer Fasern nimmt eine graue Farbe an; die Querstreifen verlieren sich an einzelnen Stellen; die Längsfäden treten oft deutlicher hervor. Zahlreiche Fettzellen lagern sich zwischen ihnen oder verdrängen selbst einen Theil ihrer Masse. Diese Fettentartung der Muskeln kann in dem Grade um sich greifen, daß man z. B. nur mit Mühe einzelne Muskelfasern in manchen Mißgeburten zu erkennen im Stande ist.

2. Mengenverhältnisse der Ernährungserscheinungen.

1723 Wechsel der Körpermasse. — Wir haben schon früher (§. 1398.) gesehen, wie die sichtbaren und unsichtbaren Einnahmen und Ausgaben des Körpers das Gewicht des Erwachsenen einer fortwährenden, verhältnißmäßig aber nicht sehr bedeutenden Schwankung unterwerfen. Die Verdauung, die Athmung, die Hautausdünstung und die Absonderungen halten sich hierbei gegenseitig in Schach. Das Uhrwerk des ganzen Organismus geht zwar nicht vollkommen gleichförmig. Die Unterschiede sind aber so klein, daß sie durch einen Nebeneingriff, wie er jeden Augenblick vorkommen kann, von einer etwas reichlicheren Einnahme von Speise oder Trank, einer stärkeren Harn- oder Kothentleerung ausgeglichen wird.

Ich wog z. B. nüchtern und entkleidet an vier auf einander folgenden Morgen um 6½ bis 7 Uhr 52909, 53286, 53373 und 53184 Grm. Der größte Unterschied glich daher nur 464 Grm. Der Genuß von zwei Tassen Kaffe mit etwas Butterbrod erhöhte aber schon mein Körpergewicht um 496,5 Grm. Er deckte mithin mehr, als jene größte Abweichung betrug.

1724 Es versteht sich von selbst, daß sich nicht die Einnahmen und Ausgaben in dem Laufe von 24 Stunden genau ausgleichen. Es bleibt immer ein positiver oder negativer Rückstand für die Folgezeit übrig. Er ist aber wiederum so klein, daß ihn der gewöhnlichste Nebenumstand aufwiegt. Der Ueberschuß meiner Einnahmen glich z. B. 312 Grm., 76,5 Grm. und 271,5 Grm. in drei auf einander folgenden Versuchstagen. Eine reichliche Harnentleerung wiegt fast das Doppelte des höchsten angeführten Werthes.

1725 Einnahmen und Ausgaben des Körpers. — Viele Forscher verflossener Jahrhunderte, wie Sanctorius, Dodart, Keill, Rye, Lining, W. Stark u. A., suchten die Schwankungsverhältnisse, denen das Körpergewicht unterliegt, durch Wägungen, die oft Monate und selbst Jahre lang fortgesetzt wurden, zu ermitteln. Der größte Theil ihrer Einzelangaben kann aber nicht zu sicheren Schlüssen benutzt werden, weil das hierbei beobachtete Verfahren wesentliche Fehlerquellen einschloß. Viele

wogen sich mit den Kleidern. Sie waren daher mit Körpern, welche die Feuchtigkeit der Luft und der Hautausdünstung aufnehmen und ihre Schwere verändern, umgeben. Das Gewicht wurde häufig nur nach Unzen, d. h. bis zu einer Grenze von ungefähr 30 Grammen, und bloß zwei Mal des Tages bestimmt. Hinreichend scharfe Werthe konnten nicht auf diesem Wege erzielt werden. Leiteten aber noch neuere Forscher Schlüsse über die Einflüsse des Wetters und der Jahreszeiten aus solchen Beobachtungen her, so fehlte die Grundlage, die solche Folgerungen allen Zweifeln enthebt.

Ich suchte wenigstens einige allgemeinere Sätze dadurch zu gewinnen, daß ich mich entkleidet und unter allen nöthigen Vorsichtsmaaßregeln ungefähr 15 Mal täglich abwägen ließ. Die Versuchsreihe umfaßte drei Tage. Sie konnte wenigstens den Einfluß der gewöhnlichen Wechselerscheinungen beleuchten.

Ueber solche ältere Angaben s. vorzüglich Sanctorii Sanctorii, De statica medicina aphorismorum sectionibus septem distinctorum explanatio physico-medica. Cui statica medicina tum Gallica Cl. Dodart, tum Brittanica Cl. Keill notis aucta. Auctore P. Noquez. Parisiis, 1725. 8. Tom I. u. II Vergl. auch Sanctorii, De statica medicina aphorismorum sectiones VII. Cum commentario Listeri. Lugd. Bat. 1703. 12. Abr. Kaauw, Perspiratio dicta Hippocrati per universum corpus anatomice illustrata. Lugd. Bat. 1738. 8. K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. V. Leipzig, 1838. 8. S. 198. und Krause, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. Braunschweig, 1844. 8. S. 139 fgg.

Ich bediente mich hierzu einer genauen Clardon'schen Wage, auf der ich von einem Sachverständigen abgewogen wurde und die noch ½ Grm. bei einer Last von 108 bis 110 Kilogramm mit Sicherheit angab [1]). Man hat zwar noch in neuerer Zeit Gewichtsbestimmungen der Art bis auf weniger als ½ Grm. angegeben. Bedenkt man aber, daß man mehr als ½ Grm. durch die Perspiration in der Minute verliert und daß die Wage nicht auf der Stelle einspielt, so ergiebt sich von selbst, daß solche Mittheilungen durch ihre zu große Genauigkeit an Sicherheit nicht gewinnen.

Ich entkleidete mich vor jeder Wägung vollständig und ging so eine Zeit lang im Zimmer herum, bis mein Körper völlig trocken war. Die Menge des entleerten Urins wurde durch Messung des Volumens und Ermittelung der Eigenschwere bestimmt; die des Kothes und der eingenommenen Nahrung dagegen dadurch erforscht, daß ich mich unmittelbar vor und nachher wägen ließ und die nöthigen Verbesserungen, welche die Lungen- und Hautausdünstung foderte, einführte. Da ich so wenig Nasenschleim aussondere, daß ich bisweilen zu diesem Zwecke Wochen lang kein Schnupftuch nöthig habe, und auch keinen Speichel aus der Mundhöhle entferne, so fielen alle Störungen, welche diese Nebenabsonderungen veranlassen könnten, von selbst hinweg. Die Zeiten der Wägung, die Temperatur der Luft, der tägliche Barometerstand, die Nahrungsweise und die einzelnen Beschäftigungen unterlagen einer ausführlichen Prüfung.

1726 Es versteht sich von selbst, daß die Mengen der verzehrten Speisen und Getränke, so wie der merklichen und unmerklichen Entleerungen, mit der Verschiedenheit der Personen und der Zustände in hohem Grade schwanken. Wollen wir uns ein ungefähres Bild dieses Wechsels verschaffen, so müssen wir die Mittelangaben der einzelnen Forscher, so weit es möglich ist, zusammenstellen. Die folgende Tabelle enthält einen Versuch der Art. Die älteren Zahlen sind aber nur mit Vorsicht aus den schon §. 1725. angeführten Gründen zu gebrauchen.

---

[1]) Siehe das Nähere Repertorium. Bd. VIII. Bern, 1843. 8. S. 388—407.

Mittlere 24stündige Menge.									Nebenverhältnisse.	Beobachter.
Absolute in Grammen[1].				Verhältnißmäßige, die Nahrungsmittel = 1.				Verhältniß der merklichen zu den unmerklichen Entleerungen.		
Nahrungsmittel.	Koth.	Harn.	Unmerkliche Ausgaben.	Koth.	Harn.	Merkliche Ausgaben überhaupt.	Unmerkliche Ausgaben.			
4000	1500	1500	2500	—	—	0,375	0,625	1 : 1,66	—	Sanctorius.
—	—	—	—	—	—	0,400	0,600	1 : 1,50	33 jähriger lebhafter	Dodart im Maximum.
—	—	—	—	—	—	0,444	0,556	1 : 1,25	magerer u. gesunder Mann.	Dodart im Minimum.
2252	149	1179	924	0,066	0,524	0,580	0,410	1 : 0,70	—	Keill.
2714	149	1446	1119	0,055	0,533	0,598	0,412	1 : 0,70	Im März.	Dalton.
2877	30	1535	1312	0,010	0,534	0,544	0,456	1 : 0,84	Im Juni.	»
—	—	—	—	—	—	—	—	1 : 1,00	Im September.	»
—	—	—	—	—	—	—	—	1 : 0,85	Gesammtmittel.	»
2924	191	1448	1247 u. Rückstand für die Folgetage 38.	0,065	0,495	0,560	0,427 u. Rückstand für die folgende Zeit 0,013	1 : 0,76	Im September 33¼ Jahr alt u. 52,6 bis 54,2 Kilogr. schwer.	Ich.

Die Mittelwerthe, die Keill gefunden, und die, welche Dalton im Monat März erhalten hat, stehen denen, auf die ich im September kam, am nächsten. Die unmerklichen Ausgaben betrugen hiernach ungefähr $^2/_3$ des Harnes und des Kothes. Wir werden bald sehen, daß einzelne Nebenumstände dieses Verhältniß ändern können.

Da der Mensch keine große Masse von Koth entfernt, so steht dieser seinem Gewichte nach hinter dem des gleichzeitig entleerten Harnes sehr zurück. Thiere, deren Darmentleerungen reichlicher und flüssiger sind und wahrscheinlich auch Menschen, die an heftigen Durchfällen leiden, führen zu anderen Ergebnissen. Die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Ausgaben hängen von der Verschiedenheit der Nahrung, der Ausdünstung und der Verdauung ab.

Wollen wir uns dieses anschaulicher machen, so können wir uns nur an die statistischen Untersuchungen, die einzelne Forscher über Säugethiere anstellten, halten. Die Beobachtungen, die von Boussingault und Anderen an Vögeln gemacht wurden, eigenen sich nicht zu diesem Zwecke. Die Menge des verzehrten Trinkwassers fehlt den in anderen Absichten angestellten Versuchen von Boussingault. Die Schwankungen, denen das Körpergewicht unterliegt, haben überdieß hier eine solche Breite, daß jeder Schluß über die Massen der unmerklichen Entleerungen unsicher ausfällt.

[1]) Da die älteren Beobachtungen in Pfunden und Unzen bestimmt worden, und oft nicht angegeben ist, auf welche Gewichte sich diese Mittheilungen beziehen, so sind wahrscheinlich die absoluten Einzelangaben, in denen die Unze 29,821 Grm. gleichgesetzt wurde, zum Theil unrichtig. Da es aber vorzüglich auf die gegenseitigen Verhältnisse ankommt, so leidet hierdurch die Hauptsache nicht.

Stellen wir uns die Endwerthe der an Säugethieren gewonnenen Ergebnisse zusammen, so erhalten wir:

Thier.	Vierundzwanzigstündige Menge. Absolute in Kilogrm. Trinkwasser.	Feste Speisen.	Nahrung überhaupt.	Verhältnißmäßige, die Nahrung = 1. Koth.	Harn.	Milch.	Unmerkliche Ausgaben	Verhältniß der merklichen zu den unmerklichen Ausgaben.	Versuchsdauer in Tagen.	Beobachter.
Pferd	16,0	9,77	25,77	0,553	0,052	—	0,395	1 : 0,65	3	Boussingault [1].
Desgl.	30,0	12,0	42,0	0,393	0,143	—	0,464	1 : 0,87	3	Ich [2].
Kuh	20,0	7,5	27,5	0,344	0,099	0,104	0,453	1 : 0,97	3	Boussingault [3].
Schweine bei Kartoffelnahrung	—	—	6,525	0,199	0,468	—	0,333	1 : 0,50	3	Derselbe [4].
Desgl. bei Kartoffel- und Fettnahrung.	—	—	6,05	0,378		—	0,622	1 : 1,65	3	Derselbe [5].
Maus	—	—	0,00736	0,090	0,054	—	0,856	1 : 5,95 (bis 1:6,44)	8 Versuche.	Philippi [6].

Wir sehen hieraus, daß der Harn des Pferdes verhältnißmäßig eben so wenig, als der Koth des Menschen und umgekehrt in Anspruch nimmt. Die unmerklichen Ausgaben steigen mit der Fettnahrung des Schweines und erreichen in der Maus eine solche Höhe, wie in keinem anderen Geschöpfe.

1727 Schließt man die Rechnung nach je 24 Stunden ab, so findet man, daß die verhältnißmäßigen Einzelwerthe von Tag zu Tag in hohem Grade wechseln. Die Nebenverhältnisse der Nahrung, der Stuhlentleerung, der Ruhe oder Bewegung, der Trockenheit oder der Feuchtigkeit der Haut bedingen hierbei die beträchtlichsten Unterschiede.

Nehmen wir die Versuchsreihe, die ich an mir anstellte, als Beispiel, so erhalten wir:

---

[1] Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Tome LXI. Paris, 1839. 8. p. 128—136.
[2] R. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschw. 1842. 8. S. 381.
[3] Boussingault, a. a. O. Tome LXXI. p. 127.
[4] Boussingault, Ebendaselbst. Nouvelle Série. Tome XIV. Paris, 1845. 8. p. 441.
[5] Boussingault, Ebendaselbst. Tome XIV. p. 450.
[6] Aem. F. Philippi, Experimenta de murium respiratione et nutritione. Lipsiae, 1845. 4. p. 23.

Tag.	Vierundzwanzigstündige Menge. Absolute in Grammen. Nahrungsmittel.	Koth.	Harn.	Unmerkliche Ausgaben.	Verhältnißmäßige, die Nahrungsmittel = 1. Koth.	Harn.	Merkliche Ausgaben überhaupt.	Unmerkliche Ausgaben.	Rückstand für den Folgetag.	Verhältniß der merklichen zu den unmerklichen Ausgaben.
Erster	3199,1	214,5	1041,8	1630,8	0,067	0,326	0,393	0,510	0,097	1 : 1,29
Zweiter	2778,7	153	1387,8	1161,7	0,055	0,499	0,554	0,418	0,028	1 : 0,75
Dritter	2794,3	204,7	1913,5	948,3	0,073	0,683	0,756	0,339	+0,095	1 : 0,45

Der Koth betrug mithin $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ des Harns und dieser mehr als die Hälfte bis das Doppelte der Perspiration. $^1/_{14}$ bis $^1/_{18}$ der genossenen Nahrung ging in dem Kothe, $^1/_3$ bis $^7/_{10}$ in dem Harne und $^1/_3$ bis $^1/_2$ in der Perspiration davon. Der Rückstand für die Folgetage übertraf in seinem höchsten Werthe eine einmalige Kothentleerung. Er glich sich aber schon so sehr in den drei Tagen aus, daß seine Masse nur einen kleinen Bruchtheil der Menge, die mit einem Stuhlgange davongeht, ausmachte.

1728 Wollen wir die Verhältnisse, in denen die Einnahmen und Ausgaben zum Körpergewichte stehen, vergleichen, so müssen wir die Morgen- und Abendwägungen in Betracht ziehen, weil sich hiernach die Einzelzahlen in untergeordneter Weise unterscheiden. Es ergiebt sich dann:

Tag.	Körpergewicht in Kilogrammen. des Morgens nüchtern.	Abends vor dem Schlafengehen.	24stündige Menge der Einnahmen und Ausgaben, das Körpergewicht = 1. Nahrung. das Morgengewicht = 1.	Nahrung. das Abendgewicht = 1.	Koth. das Morgengewicht = 1.	Koth. das Abendgewicht = 1.	Harn. das Morgengewicht = 1.	Harn. das Abendgewicht = 1.	Unmerkliche Ausgaben. das Morgengewicht = 1.	Unmerkliche Ausgaben. das Abendgewicht = 1.
Erster	52,909	53,7595	0,0605	0,0595	0,0041	0,0039	0,0197	0,0194	0,0308	0,0303
Zweiter	53,286	54,153	0,0521	0,0513	0,0029	0,0028	0,0260	0,0256	0,0218	0,0215
Dritter	53,6925	54,0595	0,0520	0,0517	0,0038	0,0038	0,0356	0,0354	0,0177	0,0175
Mittel	53,296	53,991	0,0549	0,542	0,0036	0,0035	0,0271	0,0268	0,0234	0,0231

Ich nahm hiernach täglich $^1/_{16}$ bis $^1/_{20}$ meines Körpergewichts an Nahrung zu mir und schied dafür $^1/_{244}$ bis $^1/_{350}$ an Koth, $^1/_{28}$ bis $^1/_{52}$ an Harn und $^1/_{32}$ bis $^1/_{57}$ an unmerklichen Ausgaben ab.

1729 Gehen wir von den Morgenwägungen, als den beständigeren, aus, so verzehrte im Durchschnitt ein Kilogramm meines Körpergewichts 54,9 Grm. Speise und Trank in 24 Stunden. Es lieferte dafür 3,6 Grm. Excremente, 27,1 Grm. Harn und 23,4 Grm. Perspiration und behielt 0,8 Grm. für die Folgezeit zurück.

1730 Die §. 1726., §. 1727. und §. 1728. gegebenen Tabellen lehren deutlich, daß die Menge der unmerklichen Ausleerungen in hohem Grade schwankt und die verhältnißmäßigen Werthe der übrigen Entleerungen wesentlich bestimmt. Die Versuche, die ich an mir anstellte, hatten vorzüglich zum Zweck, die Nebenumstände, die hierauf den größten Einfluß ausüben, zu ermitteln.

1731 Die stündliche Masse der unmerklichen Ausgaben kann nach den verschiedenen Außenverhältnissen in solchem Maaße wechseln, daß ihr größter Werth $4\frac{1}{2}$ Mal so viel als der kleinste beträgt. Sie glich z. B. nur 30 Grm. vor Tische, während ich hungerte und schreiben saß, stieg dagegen auf 132,7, wenn ich anhaltend auf steilen Wegen auf und abging und dabei heftig schwitzte.

1732 Sie erreicht nie die zuletzt erwähnte Größe unter gewöhnlichen Verhältnissen, entfernt sich aber auch gewöhnlich am Tage von dem angeführten Minimum. Berücksichtigen wir nur die Tages- und nicht die Nachtzeiten, so glich meine mittlere stündliche Perspiration 72,2 Grm. am ersten Tage, an dem ich mir starke und anstrengende Bewegung gemacht hatte. Sie betrug nur 57,5 Grm. am zweiten, an dem ich auch hin und wieder schwitzte und sank auf 39 Grm. am dritten. Rechnet man auch die Nachtzeit hinzu, so vermindern sich meist diese Werthe. Er war dann 67,1 Grm. für den ersten, 48,4 Grm. für den zweiten und 39,5 Grm. für den dritten 24stündigen Zeitabschnitt. Das Mittel aller drei Tage ergab 51,6 Grm. für die Stunde.

1733 Der Schweiß erhöhte sogleich die unmerklichen Ausgaben in auffallendster Weise (§. 1459.). Meine Haut wurde am ersten Tage nach dem Genusse von zwei Tassen Kaffe in gelindem Grade feucht. Die stündliche Perspiration stieg dann auf der Stelle auf 78,3 Grm. Ging ich vor Tisch rasch und schwitzte dabei, so erhob sie sich auf 90,5 Grm. Machte ich mir gegen Abend in der Sonnenhitze Bewegung, so hatte ich, obgleich ich sehr hungrig war, 89,3 Grm. Lief ich endlich nach dem Nachtessen auf ansteigenden Wegen, so erhielt ich die früher erwähnten 132,7 Grm.

Saß ich dagegen am Vormittag ruhig schreiben, so verlor ich nur 47,4 Grm. Der Nachmittag ergab dann 53,2 Grm. während der Verdauungszeit und später nur 32,8 Grm.

Schrieb ich den zweiten Tag am Morgen, ohne zu schwitzen, so hatte ich 39,75 Grm. für die Stunde. Ging ich später rasch bei 22° C. der Luft und schwitzte dabei, so verlor ich 109,8 Grm. in derselben Zeit. Setzte ich mich ruhig hin, während ich ziemlich bedeutend hungerte, so fiel der Werth wieder auf 37,6 Grm. Ging ich nach Tische spazieren und schwitzte dabei nur an den Füßen, so glich der stündliche unmerkliche Abgang 81,2 Grm. Er sank aber auf 42,9 Grm., wenn ich ruhig saß, und stieg auf 51 Grm., wenn ich mir Bewegung machte und dabei die Füße nur in gelindem Grade feucht wurden. Ruhe führte ihn dann wieder auf 42,5 Grm. zurück.

Dasselbe wiederholte sich am dritten Tage. War meine Haut trocken, so schwankte die stündliche Perspiration zwischen 30 und 44,4 Grm. Be-

wegung, die mit gelinder Schweißbildung verbunden war, vergrößerte sie auf 78,1 Grm.

1734 Zieht man die übrigen Nebeneinflüsse in Betracht, so findet man, daß keiner die unmerklichen Ausgaben so sehr, als der Schweiß begünstigt [1]). Er greift kraftvoller, als der Wechsel der Kohlensäureausscheidung ein.

1735 Wir haben früher gesehen, daß die Körperbewegung die Athmung (§. 1372.) und die Hautausdünstung (§. 1410.) vergrößert. Die unmerklichen Ausgaben werden daher durch sie gewinnen. Saß ich am zweiten Versuchstage nach Tische ruhig, so verlor ich 42,9 Grm. in der Stunde. Ging ich dann in's Freie, so stieg meine stündliche Perspiration auf 51 Grm.

1736 Greift schon die Bewegung nicht so tief ein, als die Schweißbildung, so kann ihr Einfluß gänzlich zurücktreten, wenn man bei ihr alle Anstrengung vermeidet. Der stündliche Prrspirationsverlust vermag dann selbst kleiner, als unter anderen Verhältnissen in der Ruhe auszufallen. Ich saß am dritten Tage 2 Stunden 35 Minuten ruhig schreiben und ging dann nur 10 Minuten auf und ab. Mein stündlicher unmerklicher Verlust betrug hierbei 37,8 Grm. Ging ich dann eine Stunde sehr langsam und fast Schritt für Schritt, so erhielt ich nur 34,4 Grm.

1737 Wirken Hunger und Körperruhe gleichzeitig, so erhält man nur verhältnißmäßig niedere Perspirationswerthe. 30 bis 47,4 Grm. waren die stündlichen Mengen, die ich unter diesen Bedingungen fand. Bewegung und Schweiß verwischen aber oft die Einflüsse, die der Hunger allein ausübt.

1738 Die Perspirationsmengen vergrößern sich im Allgemeinen einige Zeit, nachdem man eine reichliche Mahlzeit zu sich genommen hat. Verhält sich der Mensch nach dem Essen ruhig, so giebt sich dieses am deutlichsten zu erkennen. Meine stündlichen unmerklichen Entleerungen glichen z. B. 47,4 Grm. vor der Mittagsmahlzeit. Legte ich mich nach ihr auf das Sopha, so hatte ich 55,4 Grm. Schrieb ich dann, so sank der Werth auf 53,2 Grm. 2 bis 3 Stunden nach dem Essen und ging auf 32,8 Grm. 3 bis 4 Stunden später hinab. Der reichliche Genuß von Getränk kann schon die Perspiration unter gewöhnlichen Verhältnissen erhöhen. Er wirkt jedoch am sichtlichsten, wenn er zugleich Schweiß hervorruft.

1739 Es läßt sich noch nicht scharf darlegen, ob geistige Anstrengungen die unmerklichen Ausgaben vergrößern oder nicht. Ich hatte in einer Nacht 35,2 Grm. für die Stunde verloren. Berechnete ich dann nach dem Frühstück höhere mathematische Formeln, so fand ich 44,4 Grm. Schrieb ich dagegen später über leichtere Gegenstände, so erhielt ich nur 30 bis 36,9 Grm. Das Frühstück und der spätere Hunger können hier eben so gut, als die geistige Thätigkeit eingegriffen haben. Menschen, die sich anhaltend mit tiefem Denken beschäftigen, sind in der Regel mager und schwächlich.

1740 Die Nacht verbindet gewöhnlich die Vortheile der Ruhe mit denen

[1]) Repertorium Bd. VIII Bern, 1843. 8. S. 392 — 404.

der Leere des Magens. Ihre Perspirationswerthe stehen daher auch im Durchschnitt den mindesten Zahlen, die man hier überhaupt erhält, am nächsten, es sei denn, daß der Schweiß störend eingreift. Meine stündliche Perspirationsmenge lag in 6 Nächten zwischen 31,9 und 41,1 Grm. Ihr Mittel glich 37,8 Grm. Zwei Nächte unter den dreien der oben erwähnten Versuchsreihe hatten 35,2 und 35,9 Grm., die dritte dagegen, in der ich schwitzte, 53,1 Grm.

1741 Da die Einnahmen auf den Tag fallen, so muß der Körper des Morgens nach dem Aufstehen leichter, als Abends sein. Dieser Unterschied wird dann noch durch die Entleerung des Morgenurins vergrößert. Ziehe ich aus neun Nächten das Mittel, so wog ich im Durchschnitt vor dem Schlafengehen 54,160 Kilogr. und des Morgens, nachdem ich Urin entleert hatte, 53,257 Kilogr. Der Unterschied betrug mithin 0,903 Grm. oder ungefähr $1/_{59}$ bis $1/_{60}$ meines Körpergewichts, d. h. so viel, als eine reichliche Mahlzeit in den Körper einführt. Der Mittelwerth des Morgenharns glich 535 Grm. und der der gesammten nächtlichen Perspiration 380 Grm.

Anhang Nr. 83.

1742 Stellen wir endlich die stündlichen Durchschnittszahlen, die sich für die Tag- und die Nachtzeit ergeben, zusammen, so erhalten wir:

Zeitverhältnisse.	Mittlere stündliche Menge der Ausgaben in Grammen.				
	Koth.	Harn.	Merkliche Ausgaben überhaupt.	Unmerkliche Entleerungen.	Verhältniß der merklichen zu den unmerklichen Ausgaben.
3 Mal 24 Stunden überhaupt bei 121,80 Grm. mittlerer stündlicher Nahrung . . .	7,9	60,3	68,2	51,6	1 : 0,76
Drei Tageszeiten während des Wachens	13,16	65,87	79,03	50,56	1 : 0,64
Die drei entsprechenden Nächte	—	54,14	54,14	41,13	1 : 0,76
Neun Nächte	—	54,77	54,77	38,92	1 : 0,71

Ich schied daher nur im Mittel im Schlafe $4/_{5}$ des Harnes, den ich im Wachen bereitete, aus. Die Nebenverhältnisse, welche die Beschäftigungen des Tages mit sich führten, erhöhten auch die unmerklichen Ausgaben um ungefähr $1/_{4}$.

1743 Da der Koth in den nächtlichen Entleerungen wegfällt, so kann es nicht befremden, wenn die merklichen Ausgaben im Wachen das Uebergewicht erhalten. Läßt man die Excremente für die Tageszeiten bei Seite, so verhalten sich jene zur mittleren stündlichen Perspiration = 1 : 0,77.

1744 Der Umsatz, den wir in dem menschlichen Körper antreffen, hält sich verhältnißmäßig in sehr mäßigen Grenzen. Manche Thiere dagegen erreichen in dieser Hinsicht viel bedeutendere Werthe. Die Pflanzenfresser

nehmen weit mehr Nahrung auf und scheiden auch dafür größere Mengen vorzüglich in ihren merklichen Ausleerungen, ab. Die Maus bietet aber die merkwürdigsten Verhältnisse unter allen bis jetzt untersuchten Geschöpfen dar. Sie verzehrt nicht nur die größten Mengen von festen Speisen in Verhältniß zu ihrem Körpergewicht, sondern entläßt auch den größten Theil von ihnen als Kohlensäure und Wasser. Da die Stärkmehlkörper in ihrer Nahrung vorherrschen, so kann dieses Ergebniß leichter, als in vielen anderen Geschöpfen zu Stande kommen.

Nimmt täglich 1 Kilogr. meines Körpers 54,9 Grm. Speise und Trank zu sich (§. 1729.), so verzehre ich in 18,2 Tagen eben so viel, als ich wiege. Das Pferd, dessen Ernährungsverhältnisse ich näher untersuchte, wog 427,5 Kilogr. und erhielt in 24 Stunden 42 Kilogr. Heu, Hafer und Trinkwasser (§. 1726.). Die Einnahmen erreichten daher hier schon das Körpergewicht in 10,2 Tagen. Eine milchgebende Kuh frißt täglich 1/6 ihrer Gesammtmasse an Heu und Hafer. Der Inhalt des Nahrungscanals eines Kaninchens glich 1/4 des Ganzen. Er betrug dagegen nur 1/21 bis 1/22 in einer Katze, deren Magen mit halbverdauetem Fleische gefüllt war und 1/81 in einem hungernden Thiere der Art [1]).

Die Maus erreicht in dieser Hinsicht fast unglaubliche Werthe. Ein Thier der Art das im Durchschnitt 18,73 Grm. wog, verzehrte nach Philippi [2]) 7,36 Grm. Brod in 24 Stunden. 6,83 Grm., mithin beinahe 1/3 des Körpergewichtes, ging mit der Perspiration davon. Das Thier, das ich zu 26 Versuchen benutzte [3]), wog im Durchschnitt 12,91 Grm. und lieferte unter diesen Verhältnissen 5,917 Grm. Kohlensäure in 49 Stunden 41 Minuten. Wir haben daher schon täglich für die Kohlensäure allein 2,55 Grm. oder 1/5 des Körpergewichts.

1745 Gegenseitiges Verhältniß der einzelnen Körperorgane. — Die Frage, welchen Bruchtheil der Körpermasse jedes einzelne Organ im Durchschnitt einnimmt, ist für die Physiologie eben so wichtig, als für die Pathologie. Die Aerzte urtheilen täglich über die krankhafte Vergrößerung oder Verkleinerung einzelner Organe. Sollen solche Bestimmungen, die sich häufig genug auf unpaare Theile, wie das Herz, die Leber, die Milz beziehen, irgend eine Sicherheit haben, so muß man wissen, wie sich der Theil zur Körpermasse im gesunden und wie er sich zu dem vorliegenden kranken Zustande verhält.

1746 Einzelne Anatomen, wie Meckel, suchten schon einige hierher gehörende Thatsachen zu ermitteln. Die Bemühungen von Quetelet, alle Schwankungsverhältnisse der lebenden Natur ihren Zahlenwerthen nach zu erforschen, hat Schwann bewogen, die Körpergewichte, die Körperlängen und die Schweren der Hauptgruppen der Organe zu bestimmen. Nro. 84. des Anhanges enthält die hierbei gefundenen Einzelwerthe, so weit sie Menschen, die durch Unglücksfälle in der Blüthe ihrer Gesundheit umkamen, betreffen. Die nachfolgende Tabelle giebt eine hieraus berechnete Uebersicht der Mittelwerthe. Da manche Organe nur in einzelnen Leichen gewogen wurden, so mußten natürlich bisweilen die Durchschnittszahlen des Alters und der Körpergewichte wechseln.

Anhang Nr. 84.

[1]) Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1845. 4. Seite 169 — 172.
[2]) Philippi, a. a. O. p. 23.
[3]) Canstatt-Eisenmann's Jahresbericht für Biologie. Erlangen, 1846. 4. Seite 225 u. 226.

Theil.	Mittleres		Mittlerer verhältnißmäßiger Werth, der des Körpergewichtes = 1.		Zahl der Beobachtungen.
	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogram.	Genauer Bruch.	Ungefährer Bruch.	
Mann.					
Hirn und Rückenmark . .	27,8	50,125	0,028	1/35—1/36	4
Großes und kleines Gehirn nebst dem Mittelhirn . .	27,8	50,125	0,027	1/36—1/37	4
Rückenmark	27,8	50,125	0,001	1/500-1/1000	4
Herz	33,4	52,60	0,005	1/200	5
Lungen	33,4	52,60	0,0195	1/51—1/52	5
Leber	33,4	52,60	0,0253	1/39—1/40	5
Bauchspeicheldrüse	36,0	52,50	0,0013	1/765	4
Milz	33,4	52,60	0,0031	1/322—1/323	5
Schilddrüse	30	54,33	0,00026	1/3700	3
Thymus	—	—	—	—	—
Nebennieren	33,4	52,60	0,00014	1/7100	5
Nieren	33,4	52,60	0,0057	1/175—1/176	5
Hoden	33,4	52,60	0,00077	1/1300	5
Muskelsystem	—	—	—	—	—
Feuchtes Skelett	—	—	—	—	—
Frau.					
Hirn und Rückenmark . .	53	50,0	0,0214	1/47—1/48	1
Großes und kleines Gehirn nebst dem Mittelhirn . .	53	50,0	0,0210	1/47 - 1/48	1
Rückenmark	53	50,0	0,0004	1/2500	1
Herz	37	52,5	0,0047	1/213	2
Lungen	37	52,5	0,0103	1/97	2
Leber	37	52,5	0,024	1/42	2
Bauchspeicheldrüse	37	52,5	0,0016	1/625	2
Milz	37	52,5	0,0023	1/426	2
Schilddrüse	37	52,5	0,00043	1/2325	2
Thymus	21	55	0,00015	1/6700	1
Nebennieren	37	52,5	0,00017	1/5900	2
Nieren	37	52,5	0,0044	1/228	2
Eierstock	21	55	0,0 014	1/7141	1
Muskelsystem	21	55	0,397	2/5	1
Feuchtes Skelett	21	55	0,0828	1/12	1

Das Skelett und die Muskeln machen hiernach beinahe die Hälfte des ganzen Körpers aus. Ihre Masse übertraf in der einen vollständiger untersuchten Frau die Substanz des centralen Nervensystems um das 22 bis 23 fache.

1747 **Wechsel des Körpergewichts bei mangelnder oder ungenügender Speisezufuhr.** — Chossat[1]) hat eine ausgedehnte Beobachtungsreihe über diesen Gegenstand angestellt. Wollen wir seine Ergebnisse verstehen, so müssen wir uns erst mehrere Ausdrücke, deren er sich häufig bedient, klar machen.

Stirbt ein Thier am Hungertode, so ist sein Körper um eine gewisse Größe leichter, als er zu Anfange war. Dieser Unterschied bildet den gesammten oder absoluten integralen Verlust. Führen wir ihn auf einen Bruchtheil des ursprünglichen Körpergewichts zurück, so haben wir den verhältnißmäßigen gesammten oder integralen Verlust. Beide Werthe vertheilen sich aber auf eine Reihe von Tagen, die seit der Entziehung der Nahrung bis zu dem Eintritt des Todes verflossen sind. Berechnen wir die Durchschnittswerthe für einen Tag, so erhalten wir zwei Zahlen, von denen die eine dem absoluten und die andere dem verhältnißmäßigen täglichen Verlust angehört.

Chossat fand z. B., daß sehr junge Tauben, die im Durchschnitt im Anfange 110,42 Grm. wogen, im Mittel in 3,07 Tagen verhungerten und zuletzt nur 82,84 Grm. schwer waren. Ihr absoluter integraler oder Gesammtverlust glich daher 27,58 Grm., ihr verhältnißmäßiger Gesammtverlust 0,25, ihr absoluter täglicher Verlust 8,98 Grm. und ihr verhältnißmäßiger täglicher Verlust 0,081.

1748 Will man die Abnahme des Körpergewichts, die sich in verschiedenen Thieren einstellt, vergleichen, so geben nur die verhältnißmäßigen Werthe passende Anhaltpunkte. Chossat[2]) fand, daß zwar diese Größen in den einzelnen Geschöpfen schwanken, daß jedoch der Wechsel kleiner ausfällt, als sich auf den ersten Blick erwarten ließe. Ein Säugethier oder ein Vogel unterliegt im Allgemeinen dem Hungertode, wenn es $^2/_5$ seines ursprünglichen Körpergewichts verloren hat.

Die einzelnen Durchschnittswerthe, die Chossat erhielt, sind:

Thiere.	Zahl derselben.	Verhältnißmäßiger Gesammtverlust.
Turteltauben	15	0,379
Tauben	20	0,416
Hühner	2	0,527
Krähe	1	0,311
Meerschweinchen . . .	5	0,330
Kaninchen	5	0,374

[1]) Ch. Chossat, Recherches expérimentales sur l'inanition. Paris, 1843. 4.
[2]) Chossat, p. 20.

38 Vögel gaben hiernach im Durchschnitt 0,404 und 10 Säugethiere 0,352. Das Mittel von 48 Thieren überhaupt war 0,394 oder in runder Zahl 0,4.

1749 Junge Thiere verhungern rascher, als ältere. Magendie beobachtete z. B., daß viertägige Hunde schon nach 2 Tagen erlagen, 6 Jahre alte dagegen noch am 30sten Tage lebten. Der Gesammtverlust fällt natürlich in jungen Geschöpfen ihres geringeren Körpergewichts wegen kleiner aus. Dasselbe Gesetz wiederholt sich auch für ihren verhältnißmäßigen Integralverlust. Da aber der Tod früher eintritt, so kehrt sich die Norm um, so wie wir die durchschnittliche tägliche Abnahme berechnen.

Chossat[1]) erhielt z. B.:

Turteltauben.	Körpergewicht in Grm.		Gewichtsverlust.				Hungerzeit bis zum Eintritt des Todes in Tagen.
	am Anfange.	am Ende.	absoluter in Grm.	verhältnißmäßiger gesammter.	täglicher in Grm.	verhältnißmäßiger täglicher.	
Junge . . .	110,42	82,84	27,58	0,250	8,98	0,081	3,07
Mittleren Alters	143,62	91,60	52,02	0,362	8,66	0,059	6,12
Alte . . .	189,36	101,61	87,75	0,463	6,57	0,035	13,36

Die Hungerzeiten vergrößern sich fast, wie man sieht, nach einer geometrischen Progression mit dem Exponenten 2 in den drei angenommenen Altersgruppen.

Der verhältnißmäßige Gesammtverlust von Fröschen glich im Mittel 0,414, mithin ungefähr demselben Werthe, wie bei den Säugethieren. Es dauerte aber im Durchschnitt 9 Monate, ehe sie um so viel abnahmen. Ihr verhältnißmäßiger täglicher Verlust fällt deshalb weit kleiner, als der der höheren Geschöpfe aus. Sie führen in dieser Hinsicht zu 0,0015, warmblütige Thiere dagegen zu 0,042 d. h. zu einer 28 Mal so großen Zahl. Wir haben auch früher (§. 311. und §. 1409.) gesehen, daß ein Kilogr. Frosch bedeutend weniger Kohlensäure, als ein Kilogr. eines warmblütigen Geschöpfes aushaucht.

1750 Die tägliche Gewichtsabnahme eines Thieres kann so sehr schwanken, daß der niederste Grenzwerth 6 Mal so klein, als der höchste ausfällt. Eine Taube, die verhungerte, verlor z. B. an einem Tage 5,14 Grammen und an einem anderen 32,02 Grm. Die Entleerung der noch von früher vorhandenen Speisereste bedingt es, daß häufig die Maxima in den ersten Tagen der Hungerzeit auftreten. Sie kehren später gegen Ende des Lebens wieder, zeigen sich aber nach Chossat[2]) nie in der Mitte des Fastens. Diese nimmt vielmehr eher die niedersten Werthe in Anspruch.

1751 Die einzelnen Gewebe magern hierbei in ungleichem Grade ab. Chossat[3]) bemühte sich, den verhältnißmäßigen Verlust auf dem Wege des Vergleichs zu finden. Er verschaffte sich zehn Paar Tauben, von denen je zwei, so sehr es anging, das gleiche Alter und dasselbe Körper-

[1]) Chossat, a. a. O. p. 39.
[2]) Chossat, a. a. O. p. 16. 17.
[3]) Chossat, a. a. O. p. 67.

gewicht hatten. Das eine von ihnen wurde durch Erstickung, das andere durch Entziehung der Nahrungsmittel getödtet. Das Gewicht der beiderseitigen frischen Theile gab dann die Vergleichungsgrößen.

Es versteht sich von selbst, daß man hierbei nur ungefähre Zahlen der Natur der Sache nach erhalten kann. Will man den verhältnißmäßigen Gesammtverlust eines Organs des hungernden Thieres finden, so muß man die Schwere des gleichen Theiles eines anderen Geschöpfes als Einheit zum Grunde legen. Thiere von gleichem Alter und gleichem Körpergewicht können sich aber in ihren einzelnen Stücken in merklicher Weise unterscheiden. Eine Gegend vermag blutreicher und schwerer, eine andere leichter zu sein. Der Nahrungscanal führt überdieß oft ungleiche Massen von Speiseresten.

Das Blut wurde mit gewogenen Schwämmen aufgesogen und hiernach bestimmt. Man erhält aber dann nur einen Theil der Blutmenge und ist überdieß auf die Zufälligkeit der Nebenverhältnisse angewiesen.

Die meisten dieser Schwierigkeiten werden sich nie vermeiden lassen. Chossat hatte auch den Vortheil, daß er die Mittel von je zehn Beobachtungen benutzen konnte. Mehrere der bald zu erwähnenden Hauptunterschiede können nicht von den erwähnten Nebenverhältnissen abhängen, sondern müssen in der Natur der Sache selbst begründet sein.

1752 Wir haben früher (§. 1748.) gesehen, daß im Durchschnitt ein warmblütiges Geschöpf dem Hungertode unterliegt, wenn es $^2/_5$ seines Körpergewichts in den unerläßlichen Ausgaben verloren hat. Chossat [1]) ordnete daher die Durchschnittszahlen seiner Bemühungen in zwei Reihen. Die eine umfaßte die Theile, deren Gewicht sich um mehr, als 0,4 in Verhältniß zu ihrer Masse verminderte, und die andere diejenigen Organe, in denen das Gegentheil eintrat. Es ergab sich alsdann für jene 10 Taubenpaare:

Theil.	Verhältnißmäßiger Gesammtverlust des Organs, sein ursprüngliches Gewicht = 1, über 0,4 gelegen.	Theil.	Verhältnißmäßiger Gesammtverlust des Organs, sein ursprüngliches Gewicht = 1, unter 0,4 gelegen.
Fett	0,933	Magen	0,397
Blut	0,750	Schlund und Speiseröhre	0,342
Milz	0,714	Haut	0,333
Bauchspeicheldrüse	0,641	Nieren	0,319
Leber	0,520	Athmungswerkzeuge	0,222
Herz	0,448	Knochen	0,167
Gedärme	0,424	Augen	0,100
Muskeln	0,423	Gehirn und Rückenmark	0,019

Die schon früher (§. 1673.) erwähnten Verhältnisse machen es erklärlich, weshalb das Fett die erste Stelle in dieser Reihe einnimmt. Der geringe Verlust, den das Gehirn und das Rückenmark erleidet, ist um so merkwürdiger. Läßt sich auch physiologisch einsehen, weshalb die Natur

[1]) Chossat, a. a. O. p. 92.

diesen edelsten Leiter des Ganzen mehr, als alle übrigen Theile schont, so wird doch noch in Zukunft die Chemie erläutern müssen, weshalb die Fette, die dem Inhalt der Nervenfasern angehören, von den übrigen Fettverbindungen des Körpers abweichen (§. 1863.).

1753 Die Gesammtmasse jedes einzelnen Gewebes bildet einen bestimmten Bruchtheil des ganzen Körpers, der von der Menge der vorhandenen Elemente abhängt. Da aber diese Werthe für die verschiedenen Gebilde wechseln (§. 1746.), so ergiebt sich von selbst, daß diese den absoluten Verlust, den das Thier im Ganzen durch das Hungern erleidet, in ungleichem Maaße tragen werden. Die durchschnittliche Verkleinerung der dem Hungertode preisgegebenen 10 Tauben glich 142,17 Grm. Vertheilt man diese auf die absoluten Mengen der einzelnen Organe, so ergiebt sich [1]):

Theil.		Gewicht des gesammten Verlustes in Grm.		Bruchtheil, wenn 142,17 Grm. = 1 gesetzt wird. Genauerer Bruch.		Ungefährer Bruch.	
Blut		7,86		0,0553		1/18	
Muskeln	Aeußere Muskeln	66,32	74,63	0,4665	0,5250	1/2—2/5	1/2—13/25
	Herz	1,87		0,0132		1/76	
	Muskeln des Nahrungscanals	6,44		0,0453		1/22	
Drüsen und andere Weichtheile	Drüsen des Unterleibes	7,46	15,87	0,0525	0,1116	1/19	1/9
	Lungen	0,86		0,0060		1/166	
	Aeußere Haut	5,64		0,0397		1/25	
	Andere Theile	1,91		0,0134		1/75	
Knochen			5,34		0,0376	1/27	
Fett			38,47		0,2706	3/11	
Unterschied des gefüllten Darms des erstickten und des leeren des verhungerten Thieres			4,98		0,0350	1/30	
Verlust durch Beobachtungsfehler			2,88		0,0202	1/50	

1754 Die rothen Muskeln der äußeren Bewegungswerkzeuge, das Herz und die Häute des Nahrungscanales, die zu einem großen Theile aus einfachen Muskelfasern bestehen, decken fast die Hälfte des Gesammtverlustes. Das Fett kommt nach ihnen mit etwas weniger, als 1/3 des Ganzen (vgl. §. 445.). Das Skelett dagegen hat trotz seiner Masse nur den verhältnißmäßig sehr geringen Werth von 1/27.

Unzureichende Nahrung wirkt in mancher Hinsicht, wie die völlige Enthaltsamkeit von Speisen. Chossat [2]) fütterte 8 Turteltauben mit

[1]) Chossat, a. a. O. p. 93.
[2]) Chossat, a. a. O. p. 47 fgg.

dem nöthigen Bedarf. Jede von ihnen verzehrte dann täglich im Durchschnitt 14,24 Grm. Körner und 18,28 Grm. Wasser. Jedes von 8 anderen Thieren der Art erhielt nur 5,93 Grm. Körner und 10,66 Grm. Wasser in 24 Stunden. Sie magerten hierbei ab und starben endlich am Hungertode. Ihr verhältnißmäßiger Gesammtverlust glich 0,344, der von ähnlichen Thieren dagegen, die gar keine Nahrung erhalten hatten, 0,341.

1755 Findet hiernach kein wesentlicher Unterschied für die Gesammtwerthe Statt, erlischt erst die Lebensflamme in beiden Fällen, wenn der Körperverlust seine erfoderliche Höhe erreicht hat, so muß die tägliche Verminderung der Körpermasse kleiner ausfallen, wenn noch einige Nahrung von außen zugeführt wird. Die mittlere Lebensdauer jener ungenügend ernährten Tauben betrug 10,08 und die von vollkommen verhungerten gleichen Geschöpfen 5,33 Tage. Jene hatten 0,034, diese dagegen 0,064, mithin beinahe das Zweifache als Werth des verhältnißmäßigen täglichen Verlustes. Ungefähr 1/3 der gewöhnlichen Körpernahrung und etwas mehr, als die Hälfte des genügenden Wassers verdoppelte beinahe die durchschnittliche Lebensdauer.

3. Chemische Ernährungserscheinungen.

1756 Grad der Gewißheit in diesen Untersuchungen. — Obgleich sich nicht mit Bestimmtheit behaupten läßt, daß nicht der eine oder der andere Körper, den die Chemie als unzerlegbar betrachtet, in der Zukunft in entfernte Bestandtheile aufgelöst werden wird, so lehren doch wenigstens die bis jetzt angestellten Untersuchungen, daß die einfachen Substanzen, die in dem Menschen und den höheren Thieren vorkommen, in hinreichenden Mengen von außen her eintreten. Aeltere und neuere Angaben, daß der Organismus Kohlenstoff, Schwefel, Kalk und andere solche Körper erzeuge, haben sich bei genaueren Prüfungen nicht bestättigt.

1757 Die Betrachtung der chemischen Verhältnisse der Ernährungserscheinungen stößt deshalb auf viele Schwierigkeiten, weil ein sehr großer Theil der Angaben der Chemie den Stempel der vollkommenen Sicherheit vor einer schärferen Kritik verliert. Die Begriffe, die wir mit den Worten Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff verbinden, sind so schwankend, daß sie fast keine genaueren Bezeichnungen einschließen, als die scharfen, fetten und gesalzenen Verbindungen verflossener Jahrhunderte. Schon der Faserstoff des Blutes [1]) ist nicht selten, wie das Mikroskop lehrt, ein Gemenge von dichten geronnenen Massen und bestimmt gestalteten Körperchen. Spricht man von einem Faserstoff der Muskeln, so beruht dieses nur auf der Vorstellung, daß der Absatz der Ernährungsflüssigkeit gleich dem Faserstoff des Blutes geronnen sei, um die Muskelfasern herzustellen und zu erhalten. Das Vergrößerungsglas lehrt aber, daß selbst das reinste Prä-

[1]) Vergl. Virchow, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. Heidelberg, 1846. 8. S. 262 fgg.

parat der Art ein Gemenge von Muskelfasern und deren Hüllen, von Fett, Zellgewebe und anderen Gebilden enthält.

1758 Ein großer Theil der Schwierigkeiten, die hier entgegentreten, werden vielleicht nie überwunden werden. Sollte es nicht in Zukunft gelingen, genauere mikrochemische Analysen machen zu können, so wird man nie dahin gelangen, alle Gewebe des Körpers in reinem Zustande prüfen zu können. Manche andere Verhältnisse dagegen sind eher der Verbesserung fähig.

1759 Wir haben früher (§. 1363.) gesehen, mit welcher Schärfe die Kohlensäure und der Sauerstoff in Gasuntersuchungen gefunden werden. Enthält die Luft 23 Gewichtsprocente Sauerstoff, so betrug die Größe der Beobachtungsfehler 0,1 bis 0,3%. Obgleich die Ausathmungsgase nur 2 bis 7% Kohlensäure führen, so gleicht doch nur die durchschnittliche Abweichung 0,1 bis 0,2%.

Die Elementaranalysen sind noch weit davon entfernt, diesen Grad von Schärfe zu erreichen. Man stößt hier immer trotz der größeren Kohlensäuremengen auf Unterschiede von 0,5% Kohlenstoff als gewöhnlichen Erscheinungen. Wir haben schon früher (§. 394.) bemerkt, welche Unsicherheit deßhalb alle, selbst die scheinbar bestimmtesten Formeln durchzieht. Die §. 1542. erwähnte Fehlerquelle, die der Schwefelgehalt und vielleicht auch der Phosphor vieler organischer Verbindungen bedingt, vergrößert noch das Mißverhältniß. Man kann schon aus diesem Grunde behaupten, daß sich gerechte Bedenken gegen alle Analysen der Proteinkörper erheben lassen.

1760 Es handelt sich jetzt nicht sowohl darum, die Zahl der Analysen der thierischen Verbindungen nach den gebräuchlichen Verfahrungsweisen zu vergrößern, sondern die Methoden der Forschung zu verbessern und sicher festzustellen, damit sie die Schärfe der eudiometrischen Untersuchungen erreichen. Die anatomischen Kenntnisse müssen überdieß noch leiten und bestimmen, welche Arten von Mischungen mit Nutzen der Verbrennung zu unterwerfen sind oder nicht.

1761 Die Ermittelung der Aschenverhältnisse hat ebenfalls ihre Schwierigkeiten. Ein Theil derselben wurde schon §. 372. angegeben. Flüchtige Stoffe gehen hier oft verloren. Manche unorganische Salze, die, wie der Salpeter, mit dem Trinkwasser in den Körper eingeführt werden, erfreuen sich nicht der Aufmerksamkeit, die anderen leichter entdeckbaren Verbindungen zu Theil wird. Man kann nur mit vollkommener Sicherheit wissen, wie viel Chlor, Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kalk, Talk u. dgl. in einer Asche vorkommt. Die gegenseitigen Verbindungen dieser Stoffe sind fast immer der willkührlichen Beurtheilung des Forschers überlassen.

1762 Brauchbare Einnahmen. — Betrachten wir die organischen Körper derselben, so haben wir stickstofflose und stickstoffhaltige Nahrungsmittel. Jene bildeten zwei Hauptreihen, die Kohlenhydrate und die Fette. Die Proteinverbindungen zeichneten sich dagegen unter diesen vor Allem aus (§. 373.).

Vergleichen wir die S. 216. bis 219. gegebene Haupttabelle, so finden wir, daß die Kohlenhydrate und einzelne verwandte Verbindungen, wie die Milchsäure, etwas mehr, als $^2/_3$ ihrer Masse Kohlenstoff führen. Der Wasserstoff dagegen beträgt annähernd $^1/_{16}$ und der Sauerstoff ungefähr die Hälfte. Sind die Körper rein dargestellt, so fehlt ihnen die Asche gänzlich. Stärkmehlreiche Nahrungsmittel [1]), wie Brod, Kartoffeln, Erbsen, Linsen und Bohnen, bieten ähnliche Verhältnisse dar. Sie führen jedoch nicht unbedeutende Mengen feuerfester Verbindungen (§. 447.) [2]). 1763

Die Fette unterscheiden sich durch ihren reichen Kohlenstoffgehalt. Er beträgt mehr, als $^3/_4$ des Ganzen. Der Wasserstoff gleicht $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ und gewöhnlich ungefähr $^1/_9$. Der Sauerstoff sinkt daher unter diesen Verhältnissen bedeutend. Die Asche fehlt auch hier in den vollkommen reinen Körpern (§. 395.). 1764

Läßt man den Phosphor, den Schwefel und die feuerbeständigen Salze bei Seite und hält sich ohne Weiteres an die bis jetzt vorliegenden elementaranalytischen Werthe, so führen das Protein und die ihm verwandten Verbindungen des Eiweißes, des Faserstoffes und Käsestoffes mehr, als die Hälfte ihrer Masse an Kohlenstoff. Ihr Wasserstoff steht dem der Kohlenhydrate nahe. Der Sauerstoff verringert sich dagegen auf die Hälfte und noch weniger, weil $^1/_6$ bis $^1/_7$ des Ganzen an Stickstoff hinzukommt (§. 395.). 1765

Es versteht sich von selbst, daß die gemischten Nahrungsmittel, die wir genießen, in ihrem Kohlen-, Wasserstoff- und Stickstoffgehalte in hohem Grade wechseln werden. Die §. 447. gegebene Tabelle liefert uns eine Uebersicht der Schwankungsverhältnisse der Zusammensetzung einer Reihe gewöhnlicher Nahrungsmassen, sofern sich der Gegenstand für jetzt beurtheilen läßt. Die eigenthümlichen Verhältnisse der Kohlenhydrate (§. 373.) sind hier im Allgemeinen durch das Stärkmehl, den Rohrzucker, die Kartoffeln, die Erbsen, die Linsen, die Bohnen und das Brod und die der Fette (§. 374.) durch das Schweineschmalz, das Hammeltalg und das Baumöl vertreten. Das Rindfleisch und die Kuhmilch führen etwas mehr, als die Hälfte ihrer trockenen Masse an Kohlenstoff, ungefähr $^1/_{12}$ bis $^1/_{14}$ an Wasserstoff und weniger, als $^1/_4$ an Sauerstoff. Der Stickstoffgehalt des Rindfleisches liegt gleich dem des Eiweißes nahe bei $^1/_6$. Kommen Aschen in den genannten Nahrungsmitteln vor, so hält sich ihr Werth in den tieferen Grenzen von $^1/_{20}$ bis $^1/_{60}$. 1766

Die später (§. 1772.) zu prüfende Annahme, daß der Stickstoffgehalt einer Speise die Ernährungsfähigkeit derselben bestimmt, hat mehrere Chemiker, wie Boussingault, Schloßberger, Kemp und Horsford, veranlaßt, die procentigen Stickstoffwerthe vieler Nahrungsmittel zu prüfen. Stellen wir uns diese Zahlen, wie sie von Schloßberger und 1767

---

[1]) Vergl. Krocker, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVIII. Heidelberg, 1846. 8. Seite 226.

[2]) Vergl. auch Horsford, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVIII. Heidelberg, 1846. 8. S. 208.

Kemp [1]) nach fremden und eigenen Forschungen mitgetheilt worden sind [2]), zusammen, so erhalten wir:

№	Nahrungsmasse.	Procentiger Stickstoffgehalt der völlig trockenen Masse.	Verhältnißmäßiger Werth, der des Protein (= 16,01%) = 1.	№	Nahrungsmasse.	Procentiger Stickstoffgehalt der völlig trockenen Masse.	Verhältnißmäßiger Werth, der des Protein (= 16,01%) = 1.
1	Reis	1,39	1/11 bis 1/12	28	Verschimmelter Glosterkäse	5,27	1/3
2	Kartoffeln	1,5	1/10 bis 1/11	29	Gelbe des Hühnereies	4,86	1/3 bis 1/4
3	Rüben	1,7	1/9 bis 1/10	30	Austern	5,07 bis 5,25	1/3
4	Möhren	2,4	1/6 bis 1/7	31	Leber der Krabbe	7,52	12/25
5	Roggen	1,7	1/9 bis 1/10	32	Getrocknete Mießmuschel	8,41	beinahe 1/2
6	Mais	2,0	1/8	33	Gesottene Mießmuschel	10,51	3/5 bis 7/10
7	Gerste	2,0	1/8	34	Ochsenleber	10,66	3/5 bis 7/10
8	Französischer Waizen	2,2	1/7 bis 1/8	35	Taubenleber	11,80	7/10
9	Englischer Waizen	1,9 bis 2,1	1/7 bis 1/8	36	Bouillontafeln	12,16	7/10 bis 4/5
10	Hafer	2,2	1/7 bis 1/8	37	Rohes Aalfleisch	6,91	2/5 bis 1/2
11	Erbsen	3,8	1/4 bis 1/5	38	Gesottenes Aalfleisch	6,82	2/5 bis 1/2
12	Linsen	4,4	1/3 bis 1/4	39	Gereinigte Fasermasse des Aalfleisches	14,45	9/10
13	Bohnen	5,1	1/3 bis 1/4	40	Rohes Lachsfleisch	12,35	beinahe 4/5
14	Schoten	4,5	1/3 bis 1/4	41	Gesottenes Lachsfleisch	9,70	3/5
15	Weißes Brod	2,27	1/7 bis 1/8	42	Gereinigte Faser des Lachsfleisches	15,62	49/50
16	Schwarzes Brod	2,63	1/6 bis 1/7	43	Rohes Häringfleisch	14,48	9/10
17	Esser-Mehl	2,17	1/7 bis 1/8	44	Gesottenes Häringfleisch	12,85	7/10 bis 4/5
18	Canada-Mehl	2,21	1/7 bis 1/8	45	Gereinigte Faser des Häringfleisches	14,54	9/10
19	Reizker	4,6	1/3 bis 1/4	46	Häringsmilch	14,69	9/10
20	Rostschwamm	4,2	1/3 bis 1/4	47	Rohes Fleisch des Schellfisches	14,64	9/10
21	Morchel	3,2	1/5	48	Gesottenes Fleisch des Schellfisches	12,98	4/5
22	Frische Kuhmilch	3,78	1/4 bis 1/5				
23	Frauenmilch	1,59	1/10 bis 1/11				
24	Dunlopkäse	6,03	3/8				
25	Holländer Käse	7,11	11/25				
26	Cheshire Käse	6,75	21/50				
27	Double Glosterkäse	6,98	11/25				

[1]) Schlossberger und Kemp, in Roser u. Wunderlich's Zeitschrift. Bd. V. 1846. S. 17 — 28.

[2]) Die Zahlen Nr. 1 bis 8 und Nr. 9 bis 14 rühren von Boussingault, Nr. 9 von Brown, Key und Sharp, Nr. 15 bis 18 von Thompson, Nr. 19 bis 21 von Schloßberger und Döpping und Nr. 22 bis 71 von Schloßberger und Kemp her.

№	Nahrungsmasse.	Procentiger Stickstoffgehalt der völlig trockenen Masse.	Verhältnißmäßiger Werth, der des Proteins (= 16,01%) = 1.
49	Gereinigte Faser des Schellfisches	15,72	49/50
50	Rohes Fleisch der Thorbutte	14,18	9/10
51	Gesottenes Fleisch derselben	15,18	19/20
52	Gereinigte Fleischfaser derselben	15,71	49/50
53	Rohes Fleisch des Rochen	13,66	17/20
54	Gereinigte Faser des Rochen	15,22	19/20
55	Fleisch aus der Scheere der Krabbe	13,66	17/20
56	Rohes Taubenfleisch	12,10	7/10 bis 4/5
57	Gesottenes Taubenfleisch	12,33	7/10 bis 4/5
58	Gereinigte Faser des Taubenfleisches	13,15	41/50
59	Rohes Lammfleisch	13,26	41/50
60	Gereinigte Faser desselben	14,56	9/10
61	Rohes Hammelfleisch	11,30	7/10
62	Gesottenes Hammelfleisch	13,55	17/20
63	Gereinigte Faser des Hammelfleisches	14,76	9/10
64	Rohes Rindfleisch	13,73 b. 14,00	4/5 bis 9/10
65	Gesottenes Rindfleisch	14,98	47/50
66	Gereinigte Faser des Rindfleisches	14,88	47/50
67	Ochsenlunge	14,81	47/50
68	Roher Schinken	8,57	1/2 bis 3/5
69	Gesottener Schinken	12,84	4/5
70	Gereinigte Faser des Schinkens	14,21	9/10
71	Hühnereiweiß	13,44	21/25

Bemerkenswerth ist, daß nach diesen Erfahrungen der Stickstoffgehalt bei dem Kochen bald steigt, bald sinkt. Dieses hängt wahrscheinlich davon ab, ob mehr stickstofflose oder stickstoffhaltige Nebenkörper von dem Wasser aufgenommen werden und welche Veränderungen die festen Speisen gleichzeitig erleiden.

1768 Der Schwefelgehalt vieler organischer Gebilde, vorzüglich der Proteinkörper, ist bedeutender, als man früher glaubte. Künftige Erfahrungen müssen noch entscheiden, ob dieses auch für den Phosphor gilt oder nicht und ob andere Körper, die wir jetzt noch zur Asche rechnen, als wesentliche Glieder der organischen Verbindungen auftreten.

1769 Die Aschenmengen der Nahrungsmittel wechseln nächst dem Feuchtigkeitsgehalte am meisten. Wir haben schon §. 447. die Quantitäten, welche die Kartoffeln, die Erbsen, die Linsen, die Bohnen, das Brod, das Blut, das Fleisch und die Milch führen, kennen gelernt. Ihre Werthe lagen zwischen 1,67 oder 3,25 und 5%. Die Steckrüben führen nach Boussingault 7,6 und die gelben Erbsen 3,1%. Da alle diese Werthe in verschiedenen Proben derselben Speise ungleich ausfallen, so können sie nur als ungefähre Zahlen, in deren Nähe sich die Aschen halten, betrachtet werden.

1770 Chlor, Phosphorsäure, Kali, Natron, Kalk, Talk und Eisen finden

sich fast immer in den feuerfesten Bestandtheilen aller organischen Körper, die nicht gänzlich als flüchtige Verbindungen bei dem Verbrennen davongehen. Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Mangan und seltener Kupfer und andere Metalle treten noch in manchen Fällen hinzu.

1771 Da meist die Vertheilung dieser Säuren und Alkalien zu Salzverbindungen von der Willkühr des Beobachters abhängt, so verfährt man am sichersten, wenn man eben nur die Mengen jener einzelnen Körper, wie sie unmittelbar in den Niederschlägen gefunden worden, in Betracht zieht. Die von Thon ausgeführten Analysen eigenen sich z. B. in dieser Hinsicht, die Verhältnisse der Bohnen und Erbsen, wenigstens größtentheils, anschaulich zu machen. Es fand sich hierbei in Procenten der Asche:

Theil.	Kieselsäure.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kali.	Natron.	Kalk.	Talk.	Chlornatrium.	Phosphorsaures Eisen.	Verlust.
Stockerbsen	0,56	38,34	2,63	27,12	17,43	2,96	7,75	1,88	0,68	0,65
Gelbe Kocherbsen	0,29	34,01	4,28	35,20	10,32	2,70	6,91	2,56	1,94	1,79
Kleine Feldbohnen	1,48	35,33	2,28	21,71	21,07	5,38	7,35	3,32	0,34	1,74

Alle diese Verbindungen finden sich auch in dem Blute, der Milch und wahrscheinlich in den meisten thierischen Theilen. Ihre gegenseitigen Mengenverhältnisse unterliegen jedoch auch hier nicht unbedeutenden Schwankungen.

1772 Da der thierische Körper den Stickstoff eben so sehr, als den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nöthig hat und in allen Fällen stickstoffhaltige Verbindungen mit der Hautabschuppung, dem Kothe und vorzüglich dem Harne davongehen, so ergiebt sich von selbst, daß die ausschließliche Einfuhr von Kohlenhydraten oder Fetten den Organismus nicht erhalten kann. Viele Forscher betrachten aber den Stickstoff als die Hauptsache und beurtheilen die Nahrungsfähigkeit einer Speise nach ihrem Stickstoffgehalte. Manche Thatsachen, die wir theils schon in der Verdauungslehre kennen gelernt haben, theils in dem Verlaufe dieses Abschnittes berühren werden, streiten gegen diese Vorstellung. Der Grad der Ernährungsfähigkeit einer Masse hängt zunächst auf das innigste mit der Löslichkeit derselben in den thierischen Säften zusammen. Diese Eigenschaft kann einem Körper, der eine bestimmte Menge Stickstoff führt, zukommen und einem andern, der ihm in dieser Hinsicht gleichsteht, fehlen. Die Verbindungen, die in das Blut übergetreten sind, werden entweder zu Organtheilen oder gehen in den Ausscheidungen fort. Es bedarf hierzu nicht bloß einer Masse, die reich an Stickstoff ist und nebenbei eine beliebige Menge von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält, sondern alle diese Körper müssen gegenseitig so verbunden sein, daß sie leicht die

Gewebe erzeugen oder die bestimmten Stoffe des Harnes und der anderen Entleerungen nach Abgabe der für die Kohlensäure und die Verbrennungsmassen nöthigen Mengen liefern können.

1773 Die Nahrungsfähigkeit einer Speise wird sich erst dann sicher beurtheilen lassen, wenn die Grundlagen aller hierzu nöthigen Berechnungen bekannt sein werden. Genaue und vollständige elementaranalytische Bestimmungen der Speisen und der Gewebe und sichere Mittelwerthe der Ausgaben des Körpers können hier allein auf dem Wege ziemlich verwickelter Rechnungen zum Ziele führen.

1774 Die Aschen, die neben den organischen Verbindungen vorkommen, haben wahrscheinlich ebenfalls ihre wichtigen Rollen. Wechseln sie auch ihren Mengen nach in hohem Grade, so bleibt es doch immer unbenommen, daß nur der Körper seinen Bedarf zurückbehält und das Uebrige mit den merklichen Entleerungen fortführt.

1775 Besteht eine einseitige Nahrung aus stickstofflosen oder stickstoffreichen Verbindungen, so kann sich nicht der Körper durch sie erhalten. Der Hungertod tritt hier eben so gut, wie nach unzureichenden Speisemengen (§. 1754.) ein. Die Kohlenhydrate liefern nicht den nöthigen Stickstoff. Er wird daher aus den Körpergebilden entnommen und zu einem großen Theile von den dahinschwindenden Muskeln dargeboten. Die Fette führen nicht bloß dieselben Uebelstände mit sich, sondern können sogar nicht einmal gänzlich, wie wir später sehen werden, verbrennen, wenn sie selbst so viel Kohlenstoff enthalten, als der ausgeschiedenen Kohlensäure entspricht. Werden aber nur Proteinkörper eingeführt, so fehlt entweder eine Menge von Kohlenstoff für die unmerklichen Ausgaben oder es ist so viel nöthig, daß das Ganze nicht vollständig verarbeitet werden kann [1]).

1776 Hunde, die Magendie nur mit Zucker, Gummi, Olivenöl oder Butter füttern ließ, vertrugen die Kost die erste Woche sehr gut. Sie magerten aber später auffallend ab, wurden immer schwächer, so daß ihnen zuletzt fast jede Bewegung unmöglich wurde, und starben endlich am Hungertode. Er trat in der Regel in der fünften bis sechsten Woche ein. Eine reichliche schleimigte Absonderung, die in der Folge in Eiter überging, bildete sich in manchen Thieren, die mit Zucker allein erhalten wurden, an der Oberfläche des Auges. Die Mitte der Hornhaut wurde geschwürig. Eine trichterförmige Vertiefung drang immer weiter vor und gelangte endlich bis in die vordere Kammer, so daß das Auge auslief. Die Zerstörung steht jedoch in der Regel viel früher still. Die krankhafte Absonderung vermindert sich nach und nach. Trübungen der Hornhaut blieben jedoch auch leicht, selbst in günstigeren Fällen, zurück.

1777 Der Koth von Hunden, die nur Zucker bekommen, zeichnet sich nach Chevreul durch seine Stickstoffarmuth und angeblich die Galle durch ihren reichlichen Picromelgehalt aus. Chevreul fand dann noch ihren Harn alkalisch und nicht, wie gewöhnlich, sauer und vermißte die Harn-

---

[1]) Vgl. auch Boussingault, in den Comptes rendus de l'Académie. Tome XXIII. 1846. 4. p. 569 — 594.

säure und die phosphorsauceren Verbindungen. Marchand[1]) konnte zwar Harnsäure auffinden, ihre Menge hatte aber merklich abgenommen. Der Harnstoff sank von 3% auf 1,8% in 10 Tagen der Zuckerernährung.

1778 Das Fett mangelt größtentheils in den Leichen solcher Thiere. Die Muskeln sind überdieß nach Magendie[2]) geschwunden und der Magen und die Eingeweide verkleinert und zusammengezogen.

Erhält sich der Mensch mit vorherrschend stickstofflosen Verbindungen, so geht er ebenfalls nach einiger Zeit zu Grunde. Der englische Arzt Stark[3]) verlor angeblich sein Leben, weil er nur Zucker und Brod des Versuches wegen zu sich nahm.

1779 Einige Beobachtungen, die Macaire, Marcet, Tiedemann und Gmelin[4]) angestellt haben, enthalten die nöthigen Zahlenwerthe, um die Folgen der ausschließlichen Erhaltung mit Zucker, Stärke oder Gummi mit den Erscheinungen, die der völlige Mangel an Speisen nach sich zieht, zu vergleichen. Diese Untersuchungen ergaben:

Thier.	Futterstoff.	Dauer bis zum Eintritt des Todes in Tagen.	Gewicht des Thieres in Kilogr.		Verlust an Körpergewicht in Kilogr.		Verhältnißmäßiger Verlust.		Beobachter.
			zu Anfang.	zu Ende.	gesammter.	mittlerer täglicher.	gesammter.	täglicher.	
Hammel	Täglich 180 bis 300 Grm. Zucker in Wasser	20	26	15,5	10,5	0,525	0,40	0,02	Macaire u. Marcet.
Gans	Zucker	22	3,03	2,239	0,791	0,036	0,26	0,01	Tiedemann und Gmelin.
Dsgl.	Stärkmehl	27	4,25	3,125	1,125	0,042	0,26	0,01	
Dsgl.	Gummi	16	2,858	2,358	0,500	0,031	0,17	0,01	

Die Angabe von Macaire und Marcet stimmt zum Theil mit den früher (§. 1748.) erwähnten Ergebnissen von Chossat überein. Das Thier starb, als wenn es gar keine Nahrungsmittel erhielte, nachdem es ⅖ seiner Körpermasse verloren hatte. Die Zeit des Todes wurde aber durch den Zuckergenuß länger hinausgeschoben. Die Gänse dagegen, an denen Tiedemann und Gmelin ihre Versuche machten, unterlagen schon bei geringerer Abmagerung, als Chossat für andere Vögel gefunden hat.

1780 Füttert man einen Hund mit dem Fette, das man unmittelbar aus den Thieren erhält, so giebt man ihm schon eine gemischte Nahrung. Denn jeder Oeltropfen ist hier von einer proteinreichen Hülle umgeben. Zellgewebefasern, Blutgefäße und Nerven durchziehen überdieß das Ganze. Es erklärt sich hieraus, weshalb sich nach Magendie Hunde mit bloßem

---

[1]) Marchand, in Müller's Archiv. 1839. S. 91.
[2]) Magendie, in den Annales de Chimie. 1816. p. 26.
[3]) Tiedemann, Physiologie des Menschen. Band III. Darmstadt, 1836. 8. S. 112.
[4]) Tiedemann und Gmelin, Die Verdauung. Bd. II. S. 184 fgg. und Tiedemann, Physiologie. Bd. III. S. 111. 112.

Rindsfett lange erhalten können, nach dem ausschließlichen Genusse von Oel oder Butter dagegen am Hungertode sterben.

1781 Da das Thier mehr Oelmassen aufnimmt, als es mittelst seines eingeathmeten Sauerstoffes verbrennen kann, so lagert sich ein Theil des Fettes in seinem Körper ab. Es wird daher dicker und verbreitet zugleich nach Magendie [1]) einen unangenehmen ranzigen Geruch, weil flüchtige Fettsäuren mit seiner Ausdünstung davongehen. Die Fettnahrung kann aber nicht die stickstoffhaltigen unerläßlichen Ausgaben decken. Die Muskelmasse muß diese Seite der Entleerungen vorzugsweise decken; sie schwindet daher auch zu einem großen Theile. Das Thier wird allmählig schwächer, wenn sich auch sein Körperumfang vergrößert.

1782 Dickleibigkeit und Muskelkraft sind auch nicht nothwendig im Menschen verbunden. Die von vielem Fett durchzogenen Muskeln gestopfter Gänse besitzen nach Boyer [2]) einen geringeren Grad von Reizbarkeit, als die von gesunden Thieren.

1783 Der ausschließliche Genuß von Proteinkörpern führt eben so gut zum Hungertode, als die bloße Einfuhr stickstoffloser Verbindungen. Ernährten Tiedemann und Gmelin [3]) eine Gans, die 4,03 Kilogr. wog, mit reichlichen Mengen von Eiweiß und Quarzsand, so starb das Thier nach 46 Tagen. Sein Körpergewicht hatte dabei um 1,875 Kilogr. oder um $^2/_5$ bis die Hälfte, fast wie in Chossat's Versuchen, abgenommen. Es verlor täglich im Durchschnitt 40 bis 41 Grm. oder $^1/_{100}$ seiner Körpermasse.

1784 Hunde, die nur mit reinem Blutfaserstoff, mit ihm und Galle oder Suppe, mit Leim oder gereinigter Knorpelmasse ernährt wurden, gehen nach Magendie [4]) früher oder später zu Grunde. Der von seinen Kalksalzen befreite Knochenknorpel erhält sie nur dann, wenn er zugleich viel Fett in seinen Markhöhlen einschließt. (Vgl. §. 468. 469.). Die Gallerte allein ernährt nicht. Sie bildet dagegen ein gutes Zusatzmittel zu anderen Speisen.

1785 Der Körper bedarf nicht minder der Zufuhr passender unorganischer, als organischer Verbindungen. Die üblen Folgen erscheinen nur später, wenn die nöthigen Aschenbestandtheile ausbleiben. Tauben, denen Chossat [5]) sandloses Getraide verabreichte, wurden im Anfange fetter und tranken mehr, als früher. Sie litten in der Folge an Durchfall, verloren an Körpergewicht und starben endlich im siebenten oder achten Monate der Fütterungszeit. Ihre Knochen waren so dünn geworden, daß sie bei dem geringsten Eingriffe brachen. Einzelne Stellen des Brustbeinkammes hatten sich in Knorpel verwandelt. Erhielten die Thiere kohlensaueren

---

[1]) Magendie, in den Annales des sciences naturelles. Zoologie. Tome XVI. Paris, 1841. 8. p. 73 fgg.
[2]) Boyer, l'Institut Nro. 564. Paris, 1844. 4. p. 346.
[3]) Tiedemann und Gmelin, Die Verdauung Bd. II. S. 197. 198.
[4]) Magendie, in den Annales des sciences naturelles. Tome XVI. Paris, 1841. 8. p. 73 — 109.
[5]) Chossat, in den Archives du Muséum d'histoire naturelle. Tome II. Paris, 1841. 4. p. 438 — 440.

Kalk neben quarzlosem Getraide, so blieben der Durchfall und die Knochenverdünnung aus (§. 1706.).

Es wäre möglich, daß die Unverdaulichkeit der unvollkommenen Nahrung einen großen Antheil an den krankhaften Ernährungserscheinungen der Tauben hatte. Bedenken wir aber, daß häufig die Durchfälle, an denen rhachitische Kinder leiden, dem Gebrauche der kohlensaueren Kalkerde weichen, so können wir vermuthen, daß wir es hier mit keiner untergeordneten Einzelerscheinung, sondern mit einem dürchgreifenderem Ernährungsverhältnisse zu thun haben (vgl. §. 1632.).

1786 Unbrauchbare Einnahmen und Gifte. — Wie die nahrhaften Speisen, die nicht für den Körper gebraucht werden, verändert oder unverändert austreten, so erleiden viele der eingeführten Stoffe, die nicht dienen können, das gleiche Schicksal. Der Weingeist und die meisten Bestandtheile der geistigen Getränke, die Hauptstoffe des Kaffe, des Thee u. dgl. durchwandern auf diese Weise den Körper. Der Weingeist dunstet bald wieder in den Lungen ab oder verbrennt zu Kohlensäure und Wasser. Die bemerkenswerthesten Verbindungen des Kaffe und des Thee können leicht, wie wir später sehen werden, in Harnstoff umgewandelt und mit dem Urine ausgeschieden werden.

1787 Viele der unbrauchbaren Verbindungen hemmen die Lebensthätigkeiten und werden so zu Giften. Da nur der Erfolg das Entscheidungsmerkmahl bestimmt, dieses aber von den Verhältnissen des Einzelwesens und den Nebenumständen abhängt, so bleibt es immer ungewiß, was zu den Giften zu rechnen sei oder nicht [1]). Die nahrhafteste Speise kann unter gewissen Bedingungen, wenn sie im Uebermaaße genossen wird, tödten und ein Körper, der sonst das Leben vernichtet, in gewissen Fällen unschädlich bleiben.

1788 Der Arsenik giebt ein deutliches Beispiel der letzteren Art. Während er sonst zu den heftigsten Giften gehört und schon das wiederholte Einathmen von Arsenikwasserstoff die Gesundheit von Menschen und Thieren untergräbt, giebt es nach Bunsen und Kürschner einzelne Arsenikverbindungen, deren wäßrige Lösungen Kaninchen ohne Nachtheil vertragen. Die Kakodylsäure ($C_4 H_6 As_{32} O_4 + H_1 O_1$) und das schwefelsaure Kakoplatyloxyd ($C_4 H_6 As_{56} O_1 + Pt_1 + [H_1 O_1] S_1 O_3$) gehören hierher. Ein Kaninchen, dem eine verdünnte wäßrige Lösung von Kakodylsäure in die Luftröhre gespritzt wurde, zeigte in den folgenden sieben Tagen kein Krankheitsmerkmahl und starb am zehnten an Lungenentzündung. Wurden 0,435 Grm. dem Magen eines zweiten Thieres einverleibt, so blieb jede nachtheilige Wirkung aus. Selbst die Einspritzung derselben Menge in die Drosselblutader eines dritten hatte keinen besseren Erfolg. Es ist möglich, daß hier der Arsenik eine größere Anziehung zu den organischen Verbindungen

---

[1]) Fr. Tiedemann, Physiologie. Bd. III. S. 87. Hertwig, in J. F. Sobernheim und F. Simon, Handbuch der praktischen Toxicologie. Berlin, 1838. 8. S. 169 und 189. Danger und Flandin, in den Comptes rendus de l'Académie des sciences. Tome XVI. Paris, 1843. 4. p. 53 u. 498.

der Kakodylsäure, als zu denen des lebenden Körpers hat und deshalb seinen Einfluß auf die Lebenserscheinungen verliert.

Das Vipergift, das sonst so kraftvoll wirkt, soll ohne Schaden in den Nahrungscanal aufgenommen werden können. Einzelne Pflanzenfresser, wie das Pferd oder das Schaaf, vertragen bisweilen große Mengen von Blausäure, Arsenik oder Kupfer. Zwei Verhältnisse sind möglicher Weise im Stande, die Kraft eines Giftes aufzuheben. Die thierischen Säfte zersetzen es und führen es in eine unschädliche Verbindung über oder sie erzeugen mit ihm unauflösliche Niederschläge, die sich nicht allgemeiner verbreiten können (§. 766.). 1789

Man kann den Gang, mittelst dessen die Gifte nachtheilig wirken, auf dreierlei Haupterscheinungen zurückführen. Sie stören die mechanischen Verhältnisse des Organismus, beeinträchtigen die Ernährungserscheinungen oder ändern die Wirkung des Nervensystems in durchgreifender Weise. Die giftigen Gase und die ätzenden Körper gehören in die erste, die vielen Verbindungen, welche die Gesundheit ohne augenblickliche Eingriffe in die Gewebe untergraben, in die zweite und die narkotischen Stoffe in die dritte Klasse. Diese drei Gruppen schließen sich aber nicht, wie wir bald sehen werden, wechselseitig aus. Ein Körper kann im Anfange die mechanischen Verhältnisse und später die allgemeinen Ernährungserscheinungen stören. Die narkotischen Gifte wirken wahrscheinlich auf chemischem Wege auf die Elemente der Nerven.

Wir haben schon früher (§. 1392.) einen Theil der giftigen Wirkungen verschiedener Gase kennen gelernt und gefunden, daß sich die Diffusionsverhältnisse mit dem Wechsel der zum Athmen dargebotenen Luftarten ändern müssen. Kann auf diese Weise der Körper die nöthige Menge von Sauerstoff nicht empfangen, so wird schon die Erstickung sein Leben aufheben (Vgl. §. 1393.).

Die meisten der schädlichen Gasarten bieten aber noch einen zweiten Nachtheil dar. Viele von ihnen, wie die Kohlensäure und vorzüglich das Chlor, das Ammoniak, der Schwefelwasserstoff, der Arsenikwasserstoff werden von Flüssigkeiten mit großer Begierde und in bedeutenden Massen aufgenommen. Sie gehen so wahrscheinlich leicht in das Blut über, verbinden sich mit einzelnen Bestandtheilen desselben, stören die Ernährung und Belebung, vorzüglich der Nervengebilde und tödten deshalb um so eher (vgl. §. 1392.). Die Haut allein kann schon ihre Aufnahme vermitteln. Die Kohlensäure, die mit der äußern Körperoberfläche in Berührung kommt, wirkt nach Collard de Martigny schädlich, wenn selbst indeß reine Luft eingeathmet wird.

Diese verwickelten Bedingungen sind die Ursache, weshalb die Menge eines Gases, die zur Tödtung nöthig ist, mit der Verschiedenheit der Luftarten, der Geschöpfe und der Nebenverhältnisse wechselt. Leblanc [1]) fand z. B., daß ein Hund auf der Stelle stirbt, wenn seine Einathmungsluft nur 1% Kohlenoxyd enthält. Er lebt dagegen noch einige Zeit in einer Atmosphäre, die 30% Kohlensäure führt, fort. Athmet ein Mensch Wasserstoffgas nur eine halbe Minute ein, so entstehen schon nach Davy [2]) bedeutende Beschwerden. Eine Taube dagegen starb in Stickstoffoxydul nach Zimmermann's [3]) Versuchen erst in 1½ Stunden und zwei Kaninchen in 2½ und 2¾ Stunden.

Athmet ein Mensch die Dämpfe von Schwefeläther, so wird er binnen Kurzem betäubt. Hält sich die Wirkung in mäßigen Grenzen, so geräth er in einen eigenthümlichen Traumzustand, der wieder nach einiger Zeit verschwindet. Selbst schmerzhafte Eingriffe werden gar nicht oder nur unbestimmt wahrgenommen. Die Idee des Todes vermischt sich häufig mit den dumpfen Gefühlen, welche Verletzungen erregen.

Diese Thatsache wurde in neuester Zeit von Jackson benutzt, um die schmerzhaften Eindrücke chirurgischer Operationen zu beseitigen. Die von Anderen

---

[1]) Leblanc, in den Annales de Chemie. Troisième Série. Vol. VI. p. 223 — 268.

[2]) H. Davy, chemische und physiologische Untersuchungen über das oxydirte Stickgas und das Athmen desselben. Lemgo, 1814. 8. S. 70.

[3]) L. Ph. Zimmermann, Commentatio de respiratione Nitrogenii oxydulati. Marburgi, 1844. 4. p. 10 — 13.

angestellten Versuche sprechen ebenfalls für den Nutzen, den dieses Verfahren zu gewähren im Stande ist Es kam z. B. vor, daß ein Kranker nicht eher, als bis man ihm einen Spiegel vorhielt, glauben wollte, daß ihm ein Lippenkrebs ausgeschnitten worden sei. Die Entfernung von Geschwülsten, die Anwendung des Glüheisens erregten weit geringere und verhältnißmäßig unbedeutende Schmerzensempfindungen. Die Wirkung des Traumes führte zu den eigenthümlichsten Vorstellungen. Es versteht sich von selbst, daß man hierdurch nicht bloß den Vortheil gewinnt, daß die Operation selbst schmerzloser ausfällt, sondern daß auch manche Störungen des späteren Heilungsprocesses, welche die frühere Nervenerschütterung erzeugt, ausbleiben.

Die ätzenden Gifte, wie die Mineralsäuren und die stärkeren organischen Säuren, die Alkalien und viele Metallsalze zerstören die Gewebe auf chemischem Wege und können daher die Theile gleich mechanischen Eingriffen zu Grunde richten. Diese Wirkung geht ihren allgemeineren Einflüssen voran und erreicht oft ihre vorzüglichste Bedeutung durch ihre Ausdehnung.

Manche einfache Körper vereinigen noch besondere Nachtheile mit ihren Aetzkräften. 15 Milligramm Phosphor erregen z. B. schon heftige Beschwerden. Doeffenbach, der Versuche hierüber anstellen wollte, fiel als Opfer derselben, weil er 0,373 Grm. in drei Tagen genommen hatte. Arbeiter, die sich viel mit Phosphor in Zündhölzchen- und anderen Fabriken beschäftigen, werden leicht vergiftet und leiden besonders an Zerstörungen der Knochen, z. B. der oberen Kinnlade. Kleine Gaben von Jod, die längere Zeit hindurch fortgesetzt werden, können die Geschlechtswerkzeuge und die Brüste zum Schwinden bringen und Auszehrung und Wassersucht herbeiführen. Die meisten Metalle und deren Verbindungen sind ebenfalls dem lebenden Körper feindlich.

Faulende organische Körper übernehmen nicht selten die Stelle der heftigsten Gifte. Fleisch, das in Selbstzersetzung begriffen ist, alter Käse, übelriechende Eier und ähnliche Speisen wirken häufig genug schädlich. Die nachtheiligsten Verbindungen aber finden sich in fetten Würsten, die in Selbstzersetzung übergehen. Die ranzigen Fette und die faulenden Proteinkörper scheinen hier eines der gefährlichsten Gifte zu erzeugen.

Das Merkmahl eines betäubenden oder narkotischen Giftes bezieht sich nur auf die Wirkung, nicht aber auf die Zusammensetzung einer schädlichen Masse. Säuren, wie Blausäure und Alkaloide, wie Strychnin können die Thätigkeiten des Nervensystems stören.

Man kennt bis jetzt noch nicht die Ursachen, weshalb ein Körper giftig wirkt oder nicht. Die Vermuthungen, die man in dieser Hinsicht aufgestellt hat, widerstehen sogar meist nicht einer scharfen Prüfung. Keine Ansicht aber ist hier unzweifelhaft bewiesen.

Liebig [1]) nahm an, daß sich das Cyan, die Blausäure und der Schwefelwasserstoff mit dem Eisen des Blutes verbindet. Die Blutkörperchen verlören hierdurch die Fähigkeit, Sauerstoff aufzunehmen, so daß die Belebung des Nervensystems aufhörte. Die Blausäure tödtet aber zu rasch, als daß jene Ursache allein eingreifen könnte. Sie ließe sich eher für das Schwefelwasserstoffgas annehmen, weil hier allerdings die Erstickung das Leben beschließt und das Chlor, das die Schwefelmetalle in gewöhnlicher oder höherer Wärme zersetzt, eines der besten Gegengifte bildet. Künftige Untersuchungen müssen jedoch auch hier das Nähere feststellen.

Man hat den Grund, weshalb die Metalle in kleinen Mengen schädlich wirken, darin gesucht, daß sie sich mit vieler Begierde mit den organischen Proteinkörpern verbinden und die hohen Atomgewichte von diesen nur geringe Massen des Metalles fordern [2]). Diese Annahme müßte zu der Folgerung führen, daß alle Metalle ohne Ausnahme schon in kleinen Gaben schädlich sind und daß in dieser Hinsicht z. B. das Eisen den Arsenik überträfe. Die Atomgewichte der Proteinkörper sind zwar nicht mit Sicherheit bekannt. Hält man sich aber z. B. an die von Mulder angenommene Zahl 7447, so würde sich 100 Grm. Eiweiß mit 8,326 Grm. arsenigter Säure verbinden. Führt die Blutmasse 6,7% Eiweiß, so entsprechen 100 Grm. 1492,5 Blut. Eine Gabe Arsenik, die einen Menschen vergiften kann, wäre nur im Stande einen geringen Theil des Eiweißes des Blutes in Anspruch zu nehmen. Bestimmte man das Atomgewicht des Protein zu 6637 (§. 395.), so fällt natürlich die Rechnung noch ungünstiger aus.

---

[1]) J. Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig, 1843. 8. S. 249.

[2]) Liebig, a. a. O. S. 464.

Die Thatsache, daß die narkotischen Gifte Stickstoff führen [1]), giebt noch keinen Fingerzeig zur Erklärung ihrer Wirkung. Die Grenzen des Stickstoffgehaltes sind hier sehr breit und wir haben viele unschuldige Verbindungen, die eben so viel oder bedeutend mehr Stickstoff enthalten. Das Pikrotoxin hat nach Francis 1,30%, das Emetin nach Pelletier und Dumas 4,30%, das Morphin nach Liebig 4,995%, das Brucin 5,07%, das Veratrin nach Couërbe 5,43%, das Strychnin nach Liebig 5,81%, und das Coniin 12,81%. Das unschuldigere Chinin führt aber auch 8,11%, das Cinchonin 8,87%, das Aricin 8% und das nach Magendie nicht giftige Pseudomorphin 4,08% Stickstoff. Andere nicht zu den Alkaloiden gehörenden Pflanzenstoffe bieten denselben Wechsel ihres Stickstoffgehaltes dar. Das Berberin hat z. B. in dieser Hinsicht 4,03% und der Indigo 10,8%. Die narkotischen Stoffe sind daher nicht durch ihren Stickstoffgehalt irgendwie ausgezeichnet.

Wir werden in der Nervenlehre finden, daß einzelne narkotische Gifte in Ausnahmsfällen selbst ohne den Fortbestand des Kreislaufes wirken können. Dieses kann jedoch nur, wenn große Körperverletzungen vorhergegangen sind, Statt finden. Die Vermittelung des Blutes ist daher in allen gewöhnlichen Vergiftungsfällen nothwendig. Wir hindern sie, wenn wir den Körper in eine unlösliche Verbindung überführen. Die meisten Gegengifte verdanken ihren Einfluß diesem Umstande.

Eiweiß und Waitzenkleber wirken auf diese Weise gegen Sublimat und salpetersaures Quecksilberoxydul, Eisenoxydhydrat gegen arsenigte Säure, pecktinsaure Salze gegen Kupfer, verdünnte Schwefelsäure, Bitter- oder Glaubersalz gegen Bleiverbindungen, gerbestoffhaltige Körper, wie China, Galläpfel, Eichenrinde, gegen Spießglanz oder Zink, Milch gegen Zinnchlorür und Pflanzensäuren gegen Alkalien und Erden. Der Nutzen, den der Schwefel in der Heilung langsamer Metallvergiftungen darbietet, steht vielleicht auch hiermit in Verbindung.

Blut. — Da das Blut den Mittelpunkt aller Ernährungserscheinungen bildet, so hat man sich vorzugsweise bemüht, die Wechselverhältnisse, die es darbietet, zu verfolgen. Kein Theil des Körpers ist so häufig mikroskopischen, physikalischen und chemischen Untersuchungen, als die Blutmasse unterworfen worden. Eine genauere Prüfung ergiebt aber, daß es auch hier zweckmäßiger wäre, strengere Foderungen zu machen und die Verfahrungsarten der Analyse zu verbessern, als neue Angaben zu den früheren unsicheren hinzuzufügen. 1790

Bedenkt man z. B., welche wichtige Rolle die Wärme bei der Gerinnung des Blutes spielt und wie sehr von ihr die Bildung einer Speckhaut selbst in gesunden Blutmassen abhängt, so wird man vor Allem die thermischen Nebenverhältnisse auf das genaueste in jedem Einzelfalle prüfen müssen, ehe man sich weitere Schlüsse erlaubt. Die chemischen Untersuchungen der Blutbestandtheile fußen meist auf noch unsichererem Boden. Eine irgend scharfe Bestimmung der Blutkörperchen, die man gesondert erhalten will, gehört fast zu den Unmöglichkeiten. Trocknet man sie unmittelbar ein, so hat man Blutserum in den Zwischenräumen. Wäscht man sie selbst mit passenden Salzlösungen aus, so ist man nicht sicher, welche Stoffe mit dem Filtrate davongehen. Man kann daher in jenem Falle zu viel und in diesem zu wenig erhalten. Derselbe Uebelstand wiederholt sich für den Faserstoff. Er giebt ebenfalls Körper an das Wasser ab und enthält überdieß noch häufig mechanische fremdartige Gemenge, die erst das Mikroskop erkennt, und Fett, das nicht immer durch Weingeist oder Aether entfernt wird. Zieht man dieses aus, so weiß man nicht, ob 1791

[1]) Liebig, a. a. O. S. 467.

man nicht auch andere wesentliche Verbindungen hinwegnimmt. Die Nebenverhältnisse der Gerinnung üben einen wesentlichen Einfluß auf die Menge des Blutkuchens. Die hieraus abgeleitete Zahl der Blutkörperchen kann daher theilweise von zufälligen Schwankungen abhängen. Fällt man die bedeutenden Eiweißmengen, die das Blutserum führt, so werden oft noch andere Stoffe, die sich nicht immer, wie das Blutroth, durch die Farbe verrathen, niedergerissen. Verbrennt man die Kohle des Blutes, so verascht sie sich erst bei einer so großen Hitze, daß sich ein Theil der Chlorverbindungen nicht selten verflüchtigt. Die meisten der schon §. 1761. angeführten Uebelstände wiederholen sich übrigens hier noch von Neuem.

Läßt man frisches Blut, das eben aus der Ader eines lebenden Thieres geflossen ist, auf der Waage stehen, so sieht man, daß sich sein Gewicht während der Gerinnung merklich vermindert. Die Untersuchung des geschlagenen oder geronnenen Blutes giebt daher etwas zu hohe Werthe der festen Stoffe, weil schon flüchtige Verbindungen vor der Gewichtsbestimmung davongegangen sind. Will man den Kuchen im Ganzen trocknen, so gelangt man fast nie zum Ziele, weil seine Innentheile flüchtige Körper mit Hartnäckigkeit zurückbehalten. Pulvert man ihn, so zieht er leicht Feuchtigkeit aus der Luft an. Man kann daher hier bald zu hohe Zahlen finden. Die einfachsten Bestimmungen fodern mithin eine Vorsicht, wie sie bei den wenigsten Blutuntersuchungen angewendet wird.

1792 Bedenkt man, daß sich noch die Chemiker vielfach streiten, ob das Blut kohlensauere Alkalien enthält oder ob das Eisen einen wesentlichen Antheil an dem Blutfarbestoff hat oder nicht, so kann man hierin nur einen neuen Beleg finden, wie sehr die Darstellungsmethoden der einzelnen Bestandtheile die Antworten auf manche scheinbar einfache Fragen ändern. Erwägt man, daß die Mengen der Blutverbindungen, die sich bei mäßigen Wärmegraden verflüchtigen, noch nicht genau ermittelt sind, so bleiben selbst die Werthe der festen Rückstände, wenn auch innerhalb untergeordneter Grenzen, zweifelhaft.

1793 Viele Widersprüche, zu denen die Analysen des gesunden und kranken Blutes geführt haben, liegen gewiß nicht in der Natur der geprüften Massen, sondern in dem angewendeten Verfahren und in der Genauigkeit, mit der größere Niederschlagsgruppen bestimmt worden sind. Nur sehr bedeutende quantitative Abweichungen, die bei sorgfältigen Prüfungen hervortreten und außerhalb der nicht kleinen Grenzen der Beobachtungsfehler liegen, können sicherere Schlüsse gestatten.

1794 Wechsel des Blutes. — Wiege ich 54 Kilogr., so kann man meine Blutmenge zu 12,4 Kilogr. anschlagen (§. 1143.). Ich nehme aber im Durchschnitt 2,9 Kilogr. Speise und Trank in 24 Stunden zu mir. Mein Körper empfängt also in 4 bis 5 Tagen eben so viel neue Verbindungen, als die gesammte Blutmasse ausmacht.

1795 Wollte man auch voraussetzen, daß alles neu Eingeführte in Blut übergeht und daß dieses dafür eine entsprechende Menge von Stoffen für die Ernährung und die Aussonderungen verwendet, so folgte noch nicht, daß dieser Wechsel schon in 4 bis 5 Tagen vollendet sein muß. Denn der

Durchschnittswerth des festen Rückstandes, den die Gesammtmasse der Speisen und Getränke giebt, ist kleiner, als der des Blutes. Die festen Körper müssen daher ihren Umschwung in längerer und das Wasser den seinigen in kürzerer Zeit vollenden.

1796 Da die nöthigen Untersuchungen über die Mengen der festen Rückstände der Nahrungsmittel fehlen, so müssen wir uns begnügen, die Grenzen, innerhalb derer ein solcher Umlauf möglich wäre, zu bestimmen. Wir haben eben gesehen, daß er mehr, als 4 bis 5 Tage bedarf. Die Betrachtung des Harns führt zu dem Wahrscheinlichkeitsschlusse, daß er weniger, als 26 Tage nöthig hat.

Der Stickstoff, den wir in der Nahrung einführen, geht zum größten Theil in dem Harn, außerdem aber noch mit einzelnen anderen Absonderungen, der Hautabschuppung und dem Kothe, davon. Lassen wir diese Ausgaben bei Seite und berücksichtigen nur den Harnstoff und die Harnsäure, nicht aber die übrigen stickstoffhaltigen Verbindungen des Urins, so müssen wir zu wenig Stickstoff für die Abgänge erhalten. Der Stickstoff des Blutes, getheilt durch den täglichen Stickstoffgehalt der Entleerungen, giebt uns aber die Zeit des Umlaufes. Sie wird hiernach viel größer, als sie in der Wirklichkeit ist, ausfallen.

Führt der Harn im Durchschnitt 2,21% Harnstoff und 0,096% Harnsäure (§. 1586 fgg.) und entleere ich täglich 1448 Grm. Urin (§. 1727.) von 5,4% mittleren festen Rückstandes, so gehen hiermit (§. 395.) 15,434 Grm. Stickstoff ab. Rechnet man die Asche hinzu, so beträgt der Stickstoffgehalt des Blutes 15,04% der dichten Verbindungen (§. 477.). Enthält mein Blut im Durchschnitt 21,7% fester Stoffe, so führen 12,4 Kilogr. 404,7 Grm. Stickstoff oder 26,2 Mal so viel, als 15,434 Grm.

Wir haben früher (§. 848.) gesehen, daß Bidder aus der Menge von Flüssigkeit, die der angeschnittene Milchbrustgang frischgetödteter Hunde und Katzen entläßt, zu berechnen suchte, wie viel Lymphe täglich dem Blute zugeführt wird. Die einströmende Masse sollte hiernach im Durchschnitt in ungefähr 1½ Tagen dem Blute dem Gewichte nach gleichen. Die obigen Betrachtungen lehren, daß ein so kurzer Zeitraum für den Menschen nicht angenommen werden kann. Dieses hängt wahrscheinlich nicht sowohl von dem Unterschiede der Geschöpfe, sondern davon ab, daß die Milchsaftmenge, die nach dem Tode unter stürmischen Verhältnissen in einer oder wenigen Minuten austritt, keinen sicheren Schluß für die tägliche Strömung dieser Flüssigkeit gestattet.

1797 Bestandtheile des gesunden Blutes. — Die früher (§. 1730. bis §. 1733.) erwähnten Uebelstände bilden den Hauptgrund, weshalb die Angaben der verschiedenen Forscher, wenn man von den Hauptkörpern, wie dem Eiweiß, dem Faserstoff und ähnlichen Bestandtheilen, absieht, bedeutend abweichen. Man kann noch nicht einmal mit Sicherheit beurtheilen, welche Verbindungen überhaupt in dem Blute vorkommen. Es ist aber völlig unmöglich, die Mengenverhältnisse der untergeordneten Stoffe festzustellen.

1798 Wasser, Faserstoff, Eiweiß, Blutfarbestoff, verschiedene Fette, Chlor, Phosphor- und Schwefelsäure, Kali, Natron, Kalk, Talk, Eisen und wohl auch Spuren von Mangan kommen mit Sicherheit im Blute vor. Die Luftpumpe entzieht ihm noch Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff (§. 1382.). Das Chlor ist zum Theil mit Natron zu Kochsalz, theils

aber auch mit anderen Basen verbunden. Die Phosphorsäure scheint mit Natron, Kalk und Talk vereinigt zu sein.

1799 Da die Kohlensäure eine so große Rolle bei dem Athmen spielt und in dem leeren Raume in nicht unbedeutender Menge aus dem Blute gewonnen wird, so kann man annehmen, daß dieses auch kohlensauere Verbindungen enthalten wird. Brausen auch manche Blutaschen mit Säuren auf und andere nicht, so läßt sich hieraus kein sicherer Entscheidungsgrund der §. 372. angegebenen Ursachen wegen entnehmen. Man hat sich daher in neuerer Zeit an die frische Blutmasse gewandt. Liebig [1]) glaubte auch hier die Abwesenheit der kohlensaueren Verbindungen nachweisen zu können. Marchand und Lehmann [2]) vertheidigten jedoch hier ihr Vorkommen, wie es scheint, mit größerem Rechte.

1800 Es unterliegt keinem Zweifel, daß Gallenfett oder Cholestearin in den Fettverbindungen des Blutes gefunden wird. Es ist aber noch nicht festgesetzt, welcher Natur die übrigen Fettmassen sind. Oelsäure, Margarinsäure und eigenthümliche Körper, wie das Serolin und phosphorhaltige Fette werden am häufigsten angegeben.

1801 Die Untersuchungen von Becquerel und Rodier [3]) können uns ein Beispiel geben, wie ungefähr das Blut seinen Hauptmassen nach zusammengesetzt ist. Es stammte von gesunden Personen oder wenigstens von Menschen, die an keinen bedeutenden Krankheiten litten. 11 Männer von 35 und 7 Frauen von 36 Jahren mittleren Alters dienten hierbei als Grundlage.

Bestandtheile.	Procentige Mengen.					
	Mann.			Frau.		
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Wasser	76,0	80,0	77,9	77,3	81,3	79,11
Fester Rückstand .	24,0	20,0	22,1	22,7	18,7	20,89
Blutkörperchen . .	15,2	13,1	14,11	13,75	11,3	12,72
Eiweiß	7,3	6,2	6.94	7,55	6,5	7,05
Faserstoff . . .	0,35	0,15	0,22	0,25	0,18	0,22
Fette	0,33	0,10	0,16	0,286	0,10	0,162
Extractivstoffe und Salze	0,80	0,50	0,68	0,85	0,62	0,74

Die Aschenmenge betrug 0,65% bei dem Manne und 7,67% bei der Frau. Sie enthielt in jenem im Mittel 0,31% Kochsalz, 0,03 Phosphate

[1]) Liebig, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. S. 126.
[2]) Lehmann, in Göschen's Jahresbericht für 1845. S. 24. 25.
[3]) A. Becquerel und A. Rodier, Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutes im gesunden und kranken Zustande. Uebersetzt von Eisenmann. Erlangen, 1845. 8. S. 22 u. 27.

und 0,06 Eisen. Diese Werthe glichen 0,39; 0,04 und 0,05% in dem Frauenblute (vgl. §. 447.).

1802 Wir haben schon früher (§. 773.) gesehen, wie sich der Wassergehalt des Blutes nach der Einnahme von Getränken vergrößert. Die Speisen können andere Wechselerscheinungen nach sich ziehen. Das Blutserum führt bisweilen so viel Fett nach der Mahlzeit und besonders nach dem Genusse von fettreichen Speisen, daß es selbst weißlich erscheint oder daß Oelmassen an dem Papier, durch die man es filtrirt, hängen bleiben.

1803 Die Widersprüche, welche die meisten Verhältnisse des Blutes unsicher machen, kehren auch für die Unterschiede des hochrothen und des dunkelrothen Blutes wieder. Prevost und Dumas, Lecanu und zum Theil Letellier fanden das Venenblut wäßriger, als das arterielle, Denis kam auf dieselben Wasserwerthe für beide und Hering, Simon und H. Nasse erhielten wieder weniger festen Rückstand in dem hochrothen, als in dem dunkelrothen Blute[1]). Die Eigenschwere des Arterienblutes ist nach Nasse immer geringer, als die des Venenblutes. Der Ueberschuß des Wassergehaltes gleicht nach ihm ungefähr 0,5%.

1804 Ein Theil dieser widerstreitenden Ergebnisse kann von den schon §. 1791. angeführten Gefahren der Blutuntersuchungen herrühren. Es ist jedoch denkbar, daß hier in der That ein Wechsel des Wassergehaltes unter verschiedenen Verhältnissen eingreift.

Das Blut verliert in den Lungen Wasserdampf und Kohlensäure. Da der eingesogene Sauerstoff dem Gewichte nach weniger, als die Kohlensäure beträgt (§. 1364.), so muß jedenfalls die Gesammtmasse des Blutes, die in das linke Herz tritt, wasserarmer und leichter, als zur Zeit, wo es in die Lungenschlagader strömte, sein (§. 1165.). Gelangt es aber in die Körpercapillaren, so liefert es die Ernährungsflüssigkeit und die Absonderungen. Es verliert dabei in der Regel verhältnißmäßig mehr Wasser und weniger feste Stoffe. Es ist daher denkbar, daß das Venenblut, das ein Organ verläßt, dichter, als das Schlagaderblut, das eingetreten ist, ausfällt. Erinnern wir uns aber, daß sehr wäßrige Flüssigkeiten von den Blutadern mit größter Begierde aufgenommen werden (§. 773.), so kann auch die Einsaugung das Verhältniß umkehren.

Soll daher die Frage mit der gehörigen Schärfe entschieden werden, so darf man nicht die beiden Blutarten im Allgemeinen vergleichen, sondern muß wo möglich die Arterien und die Venen der einzelnen Theile, deren Ernährungszustände man kennt, zusammenstellen. Das Blut darf auch nur unmittelbar dem lebenden Thiere entnommen werden.

1805 Hält man sich vorläufig an die vergleichenden Angaben von Denis und Simon, so würde das Venenblut etwas mehr Eiweiß, Fett und Salze, das Arterienblut dagegen eine größere Menge von Faserstoff und

---

[1]) Le Canu, Etudes sur le sang humain. Paris, 1837. 4. p. 77 — 79. H. Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. S. 171. Dumas, Traité de Chimie appliqué aux arts. Tome VIII. Paris, 1846. 8. p. 504.

Blutkörperchen führen [1]). Widersprechende Erfahrungen finden sich jedoch auch hier für jeden der genannten Körper [2]). Die dunkelere Farbe des Venenblutes deutet darauf hin, daß die Menge des Blutfarbestoffes in den Haargefäßen der Körperorgane zunimmt. Simon erhielt auch $^{1}/_{11}$ bis $^{1}/_{16}$ mehr für das Blut der Drosselvene, als für das der Halsschlagader des Pferdes.

Die Verhältnisse des Pfortaderblutes sind schon §. 1523. berührt worden.

1806 Neugeborene haben nach Denis dichteres Blut, als ältere Geschöpfe. Der Hauptunterschied fällt auf die Blutkörperchen. Stellen wir uns die von diesem Forscher gefundenen Werthe zusammen, so erhalten wir:

Bestandtheile.	Mittlere procentige Mengen.				
	Frau im neunten Schwangerschaftsmonate.	Blut (des Placentarstückes) des Nabelstranges.	Dreimonatlicher Hund.		Fünf neugeborene Hunde.
			Arterienblut.	Venenblut.	
Wasser	78,10	70,15	83,00	83,00	78,00
Fester Rückstand	21,90	29,85	17,00	17,00	22,00
Faserstoff	0,24	0,22	0,25	0,24	0,20
Eiweiß	5,00	5,00	5,70	5,86	4,60
Blutkörperchen	14,07	22,40	9,95	9,70	16,50
Extractivstoffe, Salze u. dgl.	2,59	2,23	1,10	1,20	0,70

1807 Die angeführten Beispiele können lehren, wie wenig Sicheres man noch über die Verhältnisse des gesunden Blutes trotz der fast unübersehbaren Einzelangaben weiß. Es ist im Ganzen genommen nicht unwahrscheinlich, daß sich die Masse der festen Körperchen im Schlagaderblute vergrößert. Der fortwährende Zufluß der Gebilde des Saugaderinhaltes unterstützt schon diese Vermuthung. Die Rolle des Faserstoffes ist im Ganzen noch sehr dunkel. Die Ansicht, daß er der Bildung der Organe diene, fußt, wie wir früher (§. 1757.) sahen, auf einer unvollkommenen Aehnlichkeit der Festbildung und hat noch das gegen sich, daß die Ernährungsflüssigkeit und vorzüglich der Inhalt der serösen Säcke nicht von selbst gerinnt, obgleich die Blutflüssigkeit Faserstoff aufgelöst enthält. Es dürfte überhaupt die Zeit nicht fern sein, in der man genauer wird nachweisen können, daß das, was man als Faserstoff bezeichnet, einer der gewöhnlichen Proteinkörper ist, der unter gewissen Nebenbedingungen erstarrt. Bestättigte sich diese Vermuthung, so hinge die Menge von Faserstoff, die man in einer Blutmasse antrifft, von den nebenbei vorhandenen Verhältnissen in hohem Grade ab.

1808 Der geronnene Faserstoff des Venenblutes löst sich nach Arnold in Salmiak und nach Denis und Scherer [3]) in einer Mischung von Sal-

[1]) F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. II. Berlin, 1841. 8. S. 103. Dumas, a. a. O. p. 502.
[2]) Nasse, a. a. O. S. 171. 172.
[3]) Scherer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 11 fgg.

peter mit kaustischem Kali und Natron. Der des Arterienblutes dagegen widersteht hartnäckiger. Diese Thatsache scheint anzudeuten, daß die Verbindungen, die ihm zum Grunde liegen, eine nicht unbedeutende Veränderung in den Haargefäßen des Körpers erleiden. Er giebt nach Virchow [1]) an Aether 0,9%, an ihn und Weingeist dagegen 2,5 bis 2,8% Fett ab.

1809 Veränderung des Blutes durch Aderlässe. — Die Beobachtungen, die Prevost und Dumas, Lecanu, Andral und Gavarret, H. Nasse, Becquerel und Rodier, so wie Zimmermann und Everth an Säugethieren und Menschen angestellt haben, führten zu dem übereinstimmenden Schlusse, daß Aderlässe, die in kurzer Zeit wiederholt werden, den Wasserreichthum des Blutes vergrößern. Finden bald starke Wasserentleerungen auf anderen Wegen Statt, so kann sich auch dieses Verhältniß ändern.

1810 Die Angaben von Prevost und Dumas würden nachweisen, daß dieses Sinken des festen Rückstandes schon nach wenigen Minuten eintreten kann. Sie erhielten für eine starke gesunde Katze [2]):

Procentige Menge.				Nebenverhältnisse.
Blut im Ganzen.			Wassergehalt des Blutserum.	
Wasser.	Blutkuchen.	Andere feste Bestandtheile.		
79,38	11,84	8,78	90,0	Starker Aderlaß aus der Halsschlagader.
80,92	11,63	7,45	91,6	Zwei Minuten später Aderlaß aus der äußeren Halsblutader.
82,93	9,35	7,72	91,5	Fünf Minuten später aus der Halsblutader.

1811 Wollen wir uns die Verhältnisse nach Erfahrungen, die am Menschen gewonnen worden sind, versinnlichen, so geben uns die Werthe, die Andral und Gavarret [3]) erhalten haben, eine Reihe von Beispielen. Es fand sich den Procentmengen nach:

[1]) Virchow, in Henle und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. IV. Heidelberg, 1846. 8. S. 266 fgg.

[2]) Dumas, a. a. O. p. 500.

[3]) Andral und Gavarret, in den Annales de Chimie et Physique. Tome LXXV. Paris, 1842. 8. p. 225—322.

Krankheit.	Bestandtheil.	Aderlaß.					
		Erster.	Zweiter	Dritter.	Vierter.	Fünfter.	Sechster
Hitziger Rheumatismus.	Wasser . . .	77,88	78,09	78,80	79,90	81,39	82,62
	Faserstoff . . .	0,61	0,72	0,78	1,02	0,90	0,70
	Blutkörperchen .	12,31	12,07	11,28	10,10	8,92	8,38
	Serumrückstand	9,20	9,12	9,14	8,98	8,79	8,30
desgl.	Wasser . . .	79,71	80,09	81,25	82,06	78,97	—
	Faserstoff . . .	0,89	0,98	0,85	0,64	0,28	—
	Blutkörperchen .	10,93	10,75	9,54	9,35	11,79	—
	Serumrückstand	8,47	8,18	8,36	7,95	8,96	—
Lungenentzündung.	Wasser . . .	81,30	81,85	82,09	83,44	—	—
	Faserstoff . . .	0,40	0,55	0,65	0,90	—	—
	Blutkörperchen .	11,13	10,77	10,11	8,32	—	—
	Serumrückstand	6,67	6,83	7,15	7,34	—	—
desgl.	Wasser . . .	77,30	78,23	79,50	79,99	—	—
	Faserstoff . . .	0,52	0,73	0,69	0,80	—	—
	Blutkörperchen .	13,78	12,55	11,74	11,15	—	—
	Serumrückstand	8,40	8,49	8,07	8,06	—	—
Bauchfellentzündung.	Wasser . . .	82,29	83,16	85,10	—	—	—
	Faserstoff . . .	0,54	0,53	0,36	—	—	—
	Blutkörperchen .	8,83	7,36	6,05	—	—	—
	Serumrückstand	8,34	8,95	8,49	—	—	—
desgl.	Wasser . . .	78,94	80,27	81,35	—	—	—
	Faserstoff . . .	0,38	0,47	0,61	—	—	—
	Blutkörperchen .	12,00	10,95	10,03	—	—	—
	Serumrückstand	8,68	8,31	8,01	—	—	—
Nervenfieber.	Wasser . . .	75,63	76,97	78,52	79,86	82,74	—
	Faserstoff . . .	0,23	0,21	0,18	0,13	0,10	—
	Blutkörperchen .	14,53	13,58	12,62	11,62	9,17	—
	Serumrückstand	9,61	9,24	8,68	8,39	7,99	—
desgl.	Wasser . . .	76,95	78,47	80,43	83,11	84,55	—
	Faserstoff . . .	0,36	0,29	0,23	0,19	0,37	—
	Blutkörperchen .	14,96	12,53	12,37	10,30	7,96	—
	Serumrückstand	7,73	8,71	6,97	6,40	7,12	—
desgl.	Wasser . . .	81,03	81,17	82,56	83,68	84,73	—
	Faserstoff . . .	0,34	0,35	0,23	0,17	0,21	—
	Blutkörperchen .	10,24	10,50	9,39	8,63	7,60	—
	Serumrückstand	8,39	7,98	7,82	7,52	7,46	—

Der Wassergehalt nahm auch hier stetig zu und der feste Rückstand ab. Hiermit hängt dann zusammen, daß sich die auf negativem Wege bestimmten Mengen, die als Blutkörperchen betrachtet wurden, verminderten.

Die Werthe, die dem Faserstoff und dem Serumrückstande angehören, gestatten keine bestimmten Schlüsse (vgl. auch §. 1791.).

Aehnliche Untersuchung liefern: Zimmermann, in Roser und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Bd. IV. Stuttgart, 1845. 8. S. 65. und S. 165. K. Popp, Untersuchungen über die Beschaffenheiten des menschlichen Blutes in verschiedenen Krankheiten. Leipzig, 1845. 8. S. 89. G. Everth, Experimenta quaedam de venaesectione. Berolini, 1845. 8. p. 9—37.

Blut in Krankheiten. — Alle Uebelstände, welche die bis jetzt gelieferten Untersuchungen des gesunden Blutes darbieten, wiederholen sich auch hier. Die Ergebnisse fallen aber meist noch unsicherer aus, weil die Eigenthümlichkeit der Krankheit, die ungewöhnliche Lebensweise und der Gebrauch der Arzneien die Verhältnisse verwickeln. Man kann daher nur sehr scharf ausgesprochene Unterschiede, die auf ziemlich sicheren Untersuchungsmethoden beruhen, zu ferneren Schlüssen benutzen.

Das Wasser schwankt natürlich in hohem Grade nach Maaßgabe der Nebenverhältnisse. Die frühere Annahme, daß es in Fiebern und heftigen Entzündungen vermindert sei, bestättigt sich im Allgemeinen nicht. Wir finden hier vielmehr häufig genug, die gewöhnlichen Werthe. Eben so wenig läßt sich behaupten, daß immer die Wassermenge des Blutes bei Entzündungen, die mit reichlichen Ausschwitzungen verbunden sind, wächst. Denn die Menge der festen Bestandtheile, die dann davongeht, ist oft zu gering, als daß deswegen die Grenzen der regelrechten Schwankungen überschritten würden. Man kann dagegen mit Recht annehmen, daß das Blut in Wassersuchten, in Herzleiden, die mit diesen verbunden sind, in der Albuminurie und in Krankheiten, denen sogenannte Blutleere (§. 1712.) zum Grunde liegt, an festen Stoffen ärmer ist, oder sich wenigstens in dieser Hinsicht den niedersten Werthen nähert. Die Harnruhr und manche Entzündungen, wie die der Athemwerkzeuge, scheinen ebenfalls die Neigung zu haben, im Ganzen kleinere feste Blutrückstände zu bedingen.

Die Bestimmung der organischen Hauptstoffe, wie des Faserstoffes, des Eiweißes, des Rückstandes des Serum, der Fette und des Blutfarbestoffes ruht in den meisten Analysen, die man mit dem kranken Blute vorgenommen hat, auf so schwankendem Boden, daß man leicht trotz der sprechendsten Zahlenbelege irren kann. Da der Faserstoff, indem er die meisten Festgebilde des Blutes mechanisch einschließt, den Blutkuchen bildet, so sucht man ihn durch Schlagen des Blutes zu trennen und in einer zweiten Menge Blutes den Kuchen im Ganzen zu bestimmen. Der Unterschied, den beide Körper im getrockneten Zustande geben, wird in vielen Analysen als Blutkörperchen aufgeführt. Läßt man auch alle Bedenken, die dieses Verfahren erregt, bei Seite, so erhält man hier nur den Werth der dichten Stoffe der ursprünglichen mechanischen Gemengtheile des Blutes, nicht aber der Blutkörperchen überhaupt oder dieser allein. Der Blutkuchen wird aber überdieß im frischen Zustande von Serum durchdrungen. Trocknet man ihn ohne Weiteres, so erhält man einen zu großen Werth, weil zugleich eine gewisse Menge von Serumrückstand gewogen wird. Wäscht man das Ganze aus, so entfernt man einen Theil der löslichen Verbindungen der mechanischen Gemengtheile des Blutes. Da aber manche Krankheiten so große Unterschiede darbieten, daß sie diese Fehlerquellen überschreiten und auch nicht von den festen Bestandtheilen des Serum ausgeglichen werden, so fußt man hier auf etwas sichereren allgemeinen Grundlagen.

Die Zahlen, die man für den Faserstoff erhält, können von vielen Nebenverhältnissen abhängen. Häufig wiederholte Aderlässe erzeugen bisweilen eine scheinbare Vermehrung dieses Körpers. Ein nicht unbedeutender Theil rührt aber von blassen mikroskopischen Gebilden her, die wahrscheinlich die Vorläufer der neu entstehenden Blutkörperchen sind (§. 1666.). Künftige Untersuchungen müssen noch entscheiden, ob nicht oft der gleiche Umstand den Faserstoffgehalt des Blutes von Frauen, die in ihrer Schwangerschaft vorgerückt sind, bestimmt. Da wir noch nicht wissen, von welchen Nebenverhältnissen der Absatz des geronnenen Faserstoffes abhängt, so bleibt es denkbar, daß die übrige Mischung des Blutes eine reichlichere Gerinnung bedingen kann. Erhält man zu wenig Fibrin, so können die Nebenverbindungen die Ausscheidung desselben theilweise hindern. Der Wechsel, den dieser Körper in dem Blute von Nervenfieberkranken darbietet, rührt wahrscheinlich von solchen Nebenverhältnissen her. Wir haben früher (§. 447. u. 1801.)

gesehen, daß das gesunde Blut weniger, als 1% Asche führt. Scherer [1]) fand aber 1,192% in einem Falle von fauligem Typhus. Die größere Hälfte bestand aus Kochsalz. Kohlensaures Ammoniak war nebenbei in dem frischen Blute enthalten. Es erklärt sich schon hieraus, weshalb eine solche Blutmasse schmieriger und flüssiger bleibt.

Setzt das Blut wenig oder gar keinen Faserstoff ab, so schwitzt es auch leichter durch die Gefäße durch. Der Skorbut, die Werlhoff'sche Blutfleckenkrankheit, die Faulfieber und ähnliche Leiden erhärten diesen Satz. Es wäre daher möglich, daß der Faserstoff, den die Blutflüssigkeit in dem gesunden Zustande enthält, die Wirkung besäße, den Farbestoff der Blutkörperchen von der Blutflüssigkeit möglichst abzuhalten und den Austritt einer fast farblosen Ernährungsflüssigkeit zu vermitteln.

Die Faserstoffmengen, die man durch das Schlagen des frischen, aus der Ader fließenden Blutes erhält, fallen fast immer in entzündlichen Leiden größer, als in gesundem Zustande aus. Verlegt man die gewöhnlichen Grenzwerthe auf 0,2 bis 0,4%, so hatte z. B. nach Andral und Gavarret der hitzige Gelenkrheumatismus 0,41 bis 1,02; der chronische 0,40 bis 0,50; die Bronchialentzündung 0,57 bis 0,93; die Lungenentzündung 0,34 bis 1,05; die Brustfellentzündung 0,35 bis 0,59; die Entzündung der Mandeln 0,38 bis 0,72; die des Bauchfells 0,36 bis 0,72; die der Blase 0,54 und die der Gebärmutter im Wochenbett 0,44 bis 0,76. Die späteren Beobachtungen von Becquerel, Rodier und Popp führen im Wesentlichen zu dem gleichen Schlusse.

Die Fieber können sich in einzelnen Fällen, wie die Entzündungen, die wahrscheinlich dann mit ihnen verbunden sind, verhalten. Man darf dieses aber nicht als feststehende Regel betrachten. Denn man stößt hier sehr häufig auf die gewöhnlichen und selbst auf zu niedere Werthe. Dasselbe gilt von manchen nicht hitzigen Krankheiten, wie der Bleichsucht, der indischen Brechruhr, der Albuminurie und der zuckerigen Harnruhr.

Ist das Blut außer Stande, seine Ausgaben durch passende Einnahmen auf der Stelle zu ersetzen, so sinkt die Masse des festen Rückstandes, den man als Blutkörperchen in solchen Bestimmungen aufführt. Sie sind daher in schlecht genährten Menschen, in Frauen, deren Schwangerschaft bedeutend vorgerückt ist, in dem Anfange der hitzigen Krankheiten (Becquerel und Rodier), in der Anämie, der Bleichsucht und in manchen Fällen von Bleivergiftung (Popp) vermindert. Die Maximalwerthe, die man in den verschiedensten Krankheiten erhält, übersteigen fast nie die Grenzen, die das gesunde Blut liefern kann. Die höchsten Zahlen, die Bleichsüchtige liefern, liegen fast immer zwischen den kleinsten Größen und dem Mittel der gewöhnlichen Blutmasse.

Da sich die aufgelösten Bestandtheile nach Blutverlusten leichter ersetzen, als die mechanischen Gemenggebilde, die immer eine gewisse Zeit zu ihrer Entwickelung fordern, so erklärt sich hieraus, weshalb Aderlässe die Menge der rothen Blutkörperchen auffallend verkleinern (§. 1811.). Ihr Entwickelungsgang scheint aber auch in vielen sogenannten anämischen Krankheiten auf Schwierigkeiten zu stoßen.

Becquerel und Rodier [2]) glauben sich überzeugt zu haben, daß ungefähr die Menge des Eisens, die das Blut enthält, der Masse der Blutkörperchen entspricht. Beide sinken dann auch nach ihnen in den erwähnten Leiden. Es giebt jedoch auch Fälle ausgesprochener Bleichsucht, in denen sich keine Verminderung der Blutkörperchen zu erkennen giebt [3]).

Das Eisen bildet eines der vorüglichsten Heilmittel der Bleichsucht. Ist es hier mit Nutzen gebraucht worden, so vergrößert sich der feste Rückstand des Blutes. Während die Mengen der Blutkörperchen nach Andral und Gavarret, F. Simon und Herberger zunehmen, sinkt die Masse des von selbst gerinnenden Faserstoffes. Es ergab sich z. B.:

---

[1]) J. J. Scherer, Chemische und mikroskopische Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg, 1843. 8. S. 69.

[2]) Becquerel und Rodier, a. a. O. p. 15.

[3]) Becquerel u. Rodier, a. a. O. p. 103.

Procentige Menge.								Beobachter.
Wasser.		Fester Rückstand.		Blutkörperchen.		Faserstoff.		
vor dem Eisengebrauche.	nach dem Eisengebrauche.	vor dem Eisengebrauche.	nach dem Eisengebrauche.	vor dem Eisengebrauche.	nach dem Eisengebrauche.	vor dem Eisengebrauche.	nach dem Eisengebrauche	
86,65	81,85	13,35	18,15	4,66	9,57	0,30	0,25	Andral u. Gavarret.
85,28	83,15	14,72	16,85	4,97	6,43	0,35	0,33	
87,15	80,65	12,85	19,35	—	—	0,21	0,12	F. Simon.
86,83	80,71	13,17	19,29	3,81	9,83	0,36	0,20	

Das Eiweiß des Serum vergrößert sich ebenfalls nicht selten. Herberger[1]) fand auch, daß der Gehalt an Harnstoff und an Harnsäure im Urine zunahm. Wir können hieraus noch keinen sicheren Schluß entnehmen, weil Bleichsüchtige wenig essen und ihr Appetit mit dem Verschwinden des Leidens bedeutend zunimmt.

Die Mengen des Eiweißes zeigen größtentheils keine so scharfen Unterschiede, als die der Blutkörperchen. Hält man sich an die Mittelwerthe, so steigen sie bisweilen in entzündlichen Krankheiten, in der Lungenschwindsucht und in der Gelbsucht und sinken in Herzkrankheiten, die mit Wassersucht verbunden sind, und in dem Bright'schen Nierenleiden. Manche Entzündungen liefern jedoch auch geringe Eiweißmengen. Das Verfahren, nach dem der Eiweißniederschlag dargestellt wird, und die Nebenkörper, die er mit sich niederreißt, können übrigens hier das Ergebniß in merklicher Weise ändern.

Hält man sich an die Angaben von F. Simon, so würde sich der Blutfarbestoff in vielen Krankheiten vermindern. Dieser Forscher fand 0,62% für das gesunde Blut. Der Typhus gab ihm im Durchschnitt 0,47; der acute Rheumatismus 0,30; die Lungenentzündung 0,26; die Gebärmutterentzündung der Wöchnerinnen 0,28; die Lungenschwindsucht 0,29; die Bleichsucht 0,14; die Albuminurie 0,46: die zuckerige Harnruhr 0,47 und die Gelbsucht 0,48. Nur die Bronchialentzündung hatte 0,60.

Die Grenzen, nach denen die Gesammtmasse der Fette in dem gesunden Blute nach den Angaben der verschiedenen Chemiker schwanken sollen, sind so groß, daß sie keine sichere Grundlage für den Vergleich mit dem kranken Blute abgeben können. Die meisten Leiden scheinen jedoch eher mit einer Verminderung, als einer Vermehrung der sämmtlichen Fettkörper verbunden zu sein. Berücksichtigen wir aber nur einzelne Fette, so gelangen wir oft zu dem entgegengesetzten Resultate. Da die Stoffe der Galle in dem Blute von Gelbsüchtigen in reichlicherer Masse vorkommen, so erklärt es sich, weshalb man hier mehr Gallenfett findet. Dieses und die phosphorhaltigen Fette vergrößern sich auch nach Becquerel und Rodier in dem Anfange der meisten schwereren Leiden, in Entzündungen und bei hartnäckigen Verstopfungen.

Es kommt nicht selten vor, daß sich ein milchiges Serum aus dem Blute abscheidet. Eine übermäßige Menge von Fett, das emulsionsartig vertheilt ist, scheint dann in den meisten Fällen zum Grunde zu liegen. Es ist aber möglich, daß man auch andere regelwidrige Absätze hierher gerechnet hat. Ich erhielt z. B. ein Mal die Blutmasse einer Frau, die nur aus Gewohnheit zur Ader ließ. Ein weißer Rahm, der aber keine Oeltropfen, sondern eine feinkörnige Masse unter dem Mikroskope zeigte, hatte sich an der Oberfläche angesammelt und überzog sie in der Form einer ununterbrochenen aber ziemlich lockeren Haut. Frühere Aderlässe sollten schon dieselbe Eigenthümlichkeit dargeboten haben.

Wir haben S. 688 gesehen, daß sich nach einigen Forschern die farblosen Blutkörperchen in Folge von Blutverlusten vermehren. Das Blut wird dann im Ganzen blasser, zeigt aber nicht einzelne gelbliche weiße Streifen, die für beigemengten Eiter gehalten

[1]) Herberger, in Simon's Archiv für physiologische Chemie. Bd. I. Berlin, 1843. 8. Seite 366.

werden könnten. Eine solche Verwechselung ist nach Virchow [1]) möglich, wenn sich übermäßige Mengen von farblosen Blutkörperchen in manchen tiefen Ernährungsleiden anhäufen.

Es wurde endlich schon (§. 1597.) bemerkt, daß die Unterdrückung der Urinabsonderung den Harnstoffgehalt des Blutes erhöht.

Der größte Theil der neueren Untersuchungen, die über das kranke Blut angestellt worden sind, findet sich in: Stannius, in Hufeland's Journal für praktische Heilkunde. Berlin, 1838. 8. Nov. S. 3—31. Andral und Gavarret, Annales de Chimie et Physique. Tome LXXV. p. 225 fgg. u. Ebendaselbst, Troisième Série. Tome V. p. 185. F. Simon, Handbuch der angewandten medicinischen Chemie. Bd. I. S. 147—200. Becquerel und Rodier, so wie Popp, in den schon früher angeführten Werken. G. Zimmermann, Die Analysis und Synthesis der pseudoplastischen Processe. Berlin, 1844. 8. und in Roser und Wunderlich's Vierteljahrsschrift a. a. O. Boudet, in den Annales de Chimie. Tome LII. 337. Dumas, a. a. O. p. 509 ffg. Heller's Archiv 1844. S. 113. 140. 170. 191. 301. 1845. S. 27. 104. 118. 244. 316. 383. 1846. S. 173 fgg. u. A. Becquerel und A. Rodier, Neue Untersuchungen über die Zusammensetzung des Blutes im gesunden und kranken Zustande. Uebersetzt von Eisenmann. Erlangen, 1846. 8. Kritische Zusammenstellungen der neueren Leistungen finden sich in C. A. Wunderlich, Pathologische Physiologie des Blutes. Stuttgart, 1845. 8. und H. Haeser, Ueber den gegenwärtigen Standpunkt der pathologischen Chemie des Blutes. Jena, 1846. 8. Elementar-analytische Bestimmungen der Bestandtheile kranker Blutarten geben Scharlau, in Roser und Wunderlich's medicinischer Vierteljahrsschrift. Bd. II. Suttgart, 1843. 8. S. 566—605 und Hoffmann, in den Annalen der Pharmacie. 1844.

1812 Wirkungen der künstlichen Veränderung der Blutmasse. — Läßt man ein Thier an Verblutung sterben, so erlischt sein Leben viel früher, als die gesammte Blutmenge desselben ausgeflossen ist Der Tod tritt schon häufig ein, wenn man nur ein Drittheil oder die Hälfte derselben (§. 1139.) entfernt hat.

1813 Nimmt auch bisweilen der Herzschlag an Häufigkeit zu, so wird er doch immer schwächer und unvollkommener. Der Puls erscheint klein, weich und schnell. Mehrere Schläge verschwimmen nicht selten mit einander. Die Haut des Menschen, der an Verblutung zu Grunde geht, wird blaß und kühl und der Ausdruck leichenähnlich. Subjective Gesichts- und Gehörsempfindungen, Gähnen, Uebelkeiten und selbst Anfälle von Erbrechen, Schwindel, Ohnmachten, Zuckungen und Bewußtlosigkeit folgen bald nach. Die Schwäche vergrößert sich, während die Eigenwärme sinkt. Der Mensch schläft endlich ruhig für immer ein oder stirbt unter Krämpfen.

1814 Man hat diesen Zustand dadurch, daß man frisches Blut in die Adern einspritzte, zu beseitigen gesucht [2]). Da leicht die Gerinnung die Zuleitungsröhre verstopft, so empfahl man, das Blut vorher von seinem Faserstoff durch Schlagen zu befreien [3]). Menschenblut ist in dieser Hinsicht zweckmäßiger, als Blut von Haussäugethieren.

---

[1]) Virchow, in der Berliner medicinischen Vereins-Zeitung. 1846. Nro. 34 — 36. S. 157 — 169.

[2]) Vergl. R. Lower, in D. le Clerk u. J. Mangetus Bibliotheca anatomica. Tom. II. Genevae, 1685. Fol. p. 108 — 111.

[3]) J. Müller, Handbuch der Physiologie. Vierte Auflage. Coblenz, 1841. 8. S. 124. Bischoff, in Müller's Archiv. 1835. S. 347 fgg. Vergl. auch Dieffenbach, Die Transfusion des Blutes. Berlin, 1828. 8.

Viele Versuche haben gelehrt, daß man das Leben vernichten kann, 1815 wenn man Blut einer Thierklasse in die Venen einer anderen einspritzt. Die Verschiedenheit der Größe der Blutkörperchen vermag nicht diese Erscheinung zu bedingen. Denn Frösche, die sehr große Blutkörperchen besitzen, sterben bald, so wie man ihnen menschliches Blut einspritzt. Es müssen daher hier andere Ursachen, als bei dem Lufteintritt in die Venen (§. 1196.) eingreifen. Venöses, nicht aber arterielles Vogelblut tödtet nach Bischoff[1]) Säugethiere auf der Stelle. Die Einspritzung von bloßem Serum ist nach Prevost, Dumas und Dieffenbach nicht im Stande, verblutende Thiere von Neuem zu beleben. Alle diese Thatsachen deuten darauf hin, daß die Blutkörperchen eine wesentliche Rolle übernehmen.

Entzieht man nach und nach einem Hunde so viel Blut, als möglich, 1816 befreit es durch Schlagen von seinem Faserstoff und spritzt es dann von Neuem ein, so wird das Thier matt und traurig. Seine Athemzüge vermehren sich und seine Körperfülle nimmt bisweilen ab. Neigung zum Brechen gesellt sich oft hinzu. Magendie giebt noch an, daß die Bindehaut des Auges roth wird und aufschwillt und daß blutige Stühle abgehen. Budge[2]) vermißte diese Merkmahle in zwei Hunden, die er dem Versuche unterwarf. Die Lungen sind in der Leiche mit Blut überfüllt. Das Blut gerinnt nicht. Flüssige Ausschwitzungen finden sich an einzelnen Stellen (§. 1810.).

Manche Forscher bemerkten, daß sich ein typhöser Zustand, oder Blutergüsse und Eiterheerde in den Lungen erzeugten[3]), wenn man Eiter dem Blute einverleibt hat. Langenbeck giebt an, daß Krebsgeschwülste in den Lungen eines Hundes nach der Einspritzung von Markschwammmasse des Menschen entstanden sind. Ich kann nur so viel aus eigener Erfahrung berichten, daß ich ohne Erfolg Krebseiter des Menschen mit dem Blute eines Hundes vermischte. Das Thier lebte Monate lang ohne die geringste Beschwerde fort. J. Vogel[4]) erhielt das gleiche Ergebniß. Es läßt sich daher wenigstens mit Bestimmtheit behaupten, daß in solchen Fällen die Ansteckung nicht immer gelingt.

Vertheilung der Bestandtheile der Einnahmen auf die 1817 einzelnen Ausgaben. — Sollen die Beobachtungen, die man hierüber anstellt, auf Zahlenbelegen fußen, so ist es nur möglich, sich diese auf statistischem Wege zu verschaffen. Man ernährt ein Geschöpf eine Zeit lang mit gewogenen Mengen einer Nahrung, deren Bestandtheile bestimmt worden, und untersucht in gleicher Weise die Mengen des Kothes, des Harnes und anderer reichlicherer Absonderungen, wie der Milch. Der tägliche Durchschnittswerth giebt dann die Vergleichszahlen. Boussingault hat auf diese Weise eine Reihe von Untersuchungen an dem Pferde, der Kuh, dem Schweine und der Taube, ich am Pferde und Sacc an Hühnern angestellt.

---

[1]) Bishoff, in Müller's Archiv. 1838. S. 352.
[2]) J. Budge, Allgemeine Pathologie als Erfahrungswissenschaft basirt auf Physiologie. Bonn, 1843. 8. S. 444.
[3]) S. Budge, a. a. O. S. 607.
[4]) J. Vogel, pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig, 1845. 8. Seite 276.

1818 Es liegt in der Natur der Sache, daß man nur ungefähre Größen selbst bei der größten Sorgfalt erhält. Verabreicht man auch dieselbe Nahrung, so ist man doch nicht sicher, daß die Verhältnißmengen des Ganzen mit denen der analysirten Proben genau übereinstimmen. Dasselbe gilt von den merklichen Entleerungen, vorzüglich dem Kothe. Beobachtet man nicht das Thier fortwährend, so sammelt man im günstigsten Falle Excremente, die schon Wasser an die Luft abgegeben haben. Ich suchte den Verlust des Harnes in meiner Erfahrungsreihe dadurch zu verkleinern, daß das Pferd während der Versuchszeit im Stalle blieb und von einem mit den nöthigen Geräthschaften versehenen Manne bewacht wurde. Boussingault ließ den Fußboden des Stalles waschen, um die festen Massen der daneben gegangenen merklichen Ausleerungen zu erhalten. Es versteht sich von selbst, daß man hier fremdartige Bestandtheile beigemengt hat.

Die Fehlerquellen, welche die Elementaranalysen (§. 1759.) und das Brennen der Asche (§. 1761.) mit sich führen, kehren hier in vergrößertem Maaßstabe wieder. Man kann nur kleine Proben der Nahrungsmittel und der merklichen Ausgaben untersuchen und muß die Werthe, die man so erhält, bedeutend vervielfältigen, um sie auf die unmittelbar gewogenen absoluten Mengen zu übertragen. Jeder Beobachtungsfehler vermehrt sich daher auf diese Weise in hohem Grade. Bedenkt man noch, daß viele Nahrungsmittel den Schwefel als solchen einführen, daß er in vielen Elementaranalysen gar nicht berücksichtigt worden ist und daß häufig ein Theil desselben als Schwefelsäure in der Asche des Harns austritt, so ergiebt sich hieraus eine neue, nicht unbedeutende Quelle der Unsicherheit.

Ein anderer Uebelstand liegt in den Verhältnissen des Nahrungscanals. Der Koth führt sehr ungleiche Mengen ab. Es bleiben oft bedeutende Reste in den Verdauungswerkzeugen zurück. Das von mir untersuchte Pferd z. B. nahm täglich 30 Kilogr. Trinkwasser und 12 Kilogr. Heu und Hafer zu sich. Der Darm eines solchen Thieres führt aber mehr, als 50 Kilogr. Inhalt bei mäßiger Füllung [1]). Eine schwächere oder stärkere Kothentleerung kann schon störend eingreifen. Die Aschenbestandtheile der Ausgaben fallen oft deswegen, wie wir bald sehen werden, auffallend kleiner, als sie sollten, aus.

Es ergiebt sich hieraus, daß alle solche statistische Durchschnittswerthe, die sehr genau stimmen, weniger Vertrauen, als die, welche ihre Ehrlichkeit in einzelnen offenbaren Fehlerquellen verrathen, verdienen.

1819 Wir haben schon früher (§. 1726.) gesehen, daß der Harn des Menschen mehr Wasser, als der Koth abführt, daß sich aber schon dieses Verhältniß in dem Pferde umkehrt. Die Excremente enthielten in Boussingault's Versuchen 61,8 und in den meinigen 45% der Feuchtigkeit, die mit der Nahrung eingeführt worden war. Der Harn dagegen hatte bei Boussingault 6% und bei mir 14,7%. Es bleiben daher 32,2%

Anhang Nr. 93.

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Braunschweig, 1842. 8. S. 421.

in jenem und 40,3% in diesem Falle für die übrigen Absonderungsverluste, die Lungen- und Hautausdünstung.

Die milchgebende Kuh, die Boussingault untersuchte, führte zu 33,9% für den Koth, 10,1% für den Harn, 10,3% für die Milch und 35,7% für die unmerklichen Ausgaben. Anhang Nr. 93.

1820 Sind keine stärkeren ungewöhnlichen Absonderungen vorhanden, so scheint der größte Theil der feuerflüchtigen Verbindungen mit der Perspiration davonzugehen. Setzt man wieder die, die in der Nahrung eingeführt werden, = 100, so kommen bei dem Pferde nach Boussingault 38,2%, nach mir 28,7% auf den Koth und nach jenem 2,5%, nach mir 2,1% auf den Harn. Die unmerklichen Ausgaben dagegen haben 59,3% in dem ersteren und 69,2% in dem letzteren Falle. Anhang Nr. 93.

1821 Die Milch absondernde Kuh führt auch hier zu anderen Verhältnissen. 36,5% entsprachen ihrem Kothe, 6% ihrem Harn, 11,3% ihrer Milch und 46,2% ihrer Perspiration. Man sieht aber, daß die Excremente aller dieser Thiere weit mehr organische Verbindungen abführen, als der Harn. Die vielen unverdaulichen Körper der Pflanzennahrung bilden wahrscheinlich eine Hauptursache dieser Erscheinung.

1822 Die Bestimmungen, die für die Gesammtmengen der Aschen vorliegen, liefern die ungenügendsten Werthe. Die Zahlen, die Boussingault für ein Pferd, eine Milch gebende Kuh und ein Schwein erhalten hat, führen zu dem unmöglichen Ergebnisse, daß die merklichen Entleerungen mehr Asche enthalten, als in der Nahrung gefunden wurden. Die festen Verbindungen des Trinkwassers blieben zwar hier außer Acht. Allein der Unterschied ist zu groß, als daß er nur aus diesem Umstande hervorgehen könnte. Dieses bestättigt sich auch in der Beobachtung eines anderen Schweines. Obgleich hier das Fettwasser, das das Thier erhielt, in Rechnung gezogen wurde, so enthielten doch der Koth und der Harn 103,87 Theile Asche auf 100 Theile der Nahrung. Kleine Irrungen bei dem Verbrennen der organischen Verbindungen oder Unreinigkeiten der Futterstoffe lagen hier wahrscheinlich zum Grunde. Anhang Nr. 85. 86. 87. Anhang Nr. 88. u. 92.

Die Erfahrungen, die ich am Pferde und die Sacc an Hühnern anstellte, führten zu dem entgegengesetzten Verhältnisse. Es ergab sich mehr Asche für die Perspiration, als sich den Erscheinungen nach darstellen sollte. Die Verflüchtigung von Verbindungen bei dem scharfen Glühen (§. 372.) und die oben (§. 1818.) erwähnten Uebelstände, welche die Füllung des Darmes mit sich führt, erzeugen vermuthlich dieses Endergebniß.

Dem sei, wie ihm wolle, so ist so viel gewiß, daß das Pferd, die Milch gebende Kuh und die Schweine weit mehr Asche in ihrem Kothe, als in ihrem Harne abführen. Es versteht sich übrigens von selbst, daß bei Weitem der größte Theil derselben in den merklichen Entleerungen davongeht. Anhang Nr. 92. u. 93.

1823 Alle untersuchten Thiere, mit Ausnahme der Milch gebenden Kuh, entlassen mehr, als die Hälfte des in den Speisen eingeführten Kohlenstoffs und Wasserstoffs auf dem Wege der Perspiration. Die Werthe liegen zwischen 62 und 93% für den Wasserstoff. Die Tauben und die Anhang Nr. 93.

Hühner übertreffen in dieser Hinsicht das Pferd. Die (jungen) Schweine dagegen erreichen die höchsten hier vorkommenden Zahlen.

1824 Der Kohlenstoff und der Wasserstoff der Milch scheinen vorzugsweise auf Kosten der Perspiration hergestellt zu werden. Der Koth der Kuh zeigt in dieser Hinsicht keinen sehr bedeutenden Unterschied von dem des Pferdes. Der Harn führt sogar verhältnißmäßig mehr aus. Der Kohlenstoff- und der Wasserstoffwerth der Perspiration allein sinkt bedeutend. Rechnet man die Werthe der Milch hinzu, so erhält man Zahlen, die denen der unmerklichen Entleerungen des Pferdes nahe stehen.

Anhang Nr. 92.

1825 Wir haben früher (§. 1590.) gesehen, daß die Aussonderung stickstoffreicher Körper zu den Hauptbestimmungen des Harns gehört. Die größten absoluten Stickstoffmengen gehen wahrscheinlich immer auf diesem Wege im Menschen davon. Dieser Schluß gilt nicht nothwendiger Weise für Thiere, die reichliche Massen von Koth und viel kleinere von Urin entleeren. Das Pferd führte z. B. 56% mit dem Kothe und 27% mit dem Harne aus. Der Stickstoff der Milch scheint auf Kosten beider Entleerungen geliefert zu werden.

Anhang Nr. 92.

1826 Wir haben früher (§. 1366.) gefunden, daß die Lungen- und Hautausdünstung nur so viel Stickstoff entlassen kann, daß die hierdurch bedingten Unterschiede innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler der eudiometrischen Untersuchung liegen. Es bleibt aber denkbar, daß sich diese kleinen Mengen in 24 Stunden der Häufigkeit der Athemzüge wegen zu merklichen Massen vergrößern. Boussingault schließt in der That aus seinen Versuchen, daß dieses der Fall sei. Denn alle seine Bestimmungen, so wie die Beobachtung von Saec, führen zu dem Ergebniß, daß der Stickstoffgehalt der merklichen Ausleerungen den der Einnahmen nicht vollständig deckt.

Anhang Nr. 85. bis 91.

1827 Ein Theil dieses Stickstoffes geht mit der Hautabschuppung, den Haaren oder Federn, die abfallen, und mit ähnlichen Gebilden, die in kleinen Mengen den Körper verlassen, davon. Der ganze Stickstoffüberschuß kann aber hierdurch nicht gedeckt werden. Er gleicht täglich nach Boussingault 24 Grm. bei dem Pferde. Die gesammte tägliche Hautabschuppung erreicht aber noch nicht diese Größe (§. 1470.).

Anhang Nr. 85.

1828 Mehrere andere Verhältnisse machen die Sachen zweifelhaft. Die Blähungen und Excremente enthalten ammoniakalische Verbindungen, die von selbst oder bei dem Trocknen des festen Kothes verloren gehen. Flüchtige organische Stoffe, die dasselbe Schicksal erleiden, der Speichel, der Schleim und andere Abgangskörper, die nicht beachtet werden, können noch diesen Verlust vergrößern. Die Nachtheile, welche die unvollkommene Entleerung des Darmes mit sich führt, müssen sich auch in diesen Stickstoffverhältnissen zu erkennen geben. Rechnet man noch dazu, daß der Stickstoff in fast allen diesen elementaranalytischen Untersuchungen als Gas bestimmt wurde (§. 371.), so wird man zugeben, daß die Aushauchung jener Minimalmengen von Stickstoff auf keine unzweifelhafte Weise bewiesen ist.

1829 Wir haben früher (§. 1381.) gesehen, daß es die Athmungsuntersuchungen unentschieden lassen müssen, wie viel Wasserstoff verbrennt.

Die uns hier beschäftigenden statistischen Beobachtungen können eher hierfür einen Fingerzeig liefern. Denn der Wasserstoff, der der Perspiration anheimfällt, bildet wahrscheinlich die gesuchte Größe.

Die absoluten Werthe dieses Körpers sind in dem Anhange Nro. 85. bis 91. angegeben. Sie betragen $1/6$ bis $1/9$ des gleichzeitig vorhandenen Kohlenstoffes in dem Pferde, der Kuh, den Schweinen, den Tauben und den Hühnern.

1830 Die organischen Bestandtheile jeder Einnahme oder Ausgabe können als ein Ganzes betrachtet werden. Man ist hiernach im Stande, ihre entsprechenden Procentmengen des Kohlenstoffes, des Wasserstoffes, des Stickstoffes und des Sauerstoffes zu berechnen. Da alle Thiere, die in dieser Hinsicht untersucht wurden, zu den Pflanzenfressern gehören, so stößt man hierbei auf manche Aehnlichkeit in den Nahrungsverhältnissen. Der Kohlenstoff und der Sauerstoff liegen zwischen $2/5$ und $1/2$, der Wasserstoff zwischen $1/14$ und $1/17$. Der Stickstoff dagegen wechselt bedeutender. Denn seine Größe schwankt von $1/29$ bis $1/64$ des Ganzen. Der Koth und Harn zeigen im Allgemeinen durchgreifendere Schwankungen. Dieses deutet darauf hin, daß der Umsatz mehr von der Eigenthümlichkeit der Thiere, als von der Verwandtschaft der Nahrung abhängt.

Anhang Nr. 85. bis 91.

1831 Man kann sich den Rest von organischen Stoffen, der hierbei für die unmerklichen Entleerungen übrig bleibt, als einen zur vollständigen Verbrennung größtentheils bestimmten Stoff vorstellen. Nehmen wir die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffwerthe dieser Perspirationsmaterie, lassen die angeblichen Stickstoffmengen bei Seite und berechnen die annähernden Formeln die sich für jene ergeben, so erhalten wir Größen, die sich nur durch den Mangel von einem oder von wenigen Sauerstoffatomen von den Kohlenhydraten (§. 373.) unterscheiden. Die meisten der Werthe lassen sich sogar durch untergeordnete Formelveränderungen mit Milchsäure in Beziehung bringen.

Wir haben auf diese Weise:

Thier.	Perspirationsmaterie. Procentige Zusammensetzung.			Perspirationsmaterie. Berechnete Formeln.	Ergänzungs-Sauerstoff für ein denkbares Kohlenhydrat.
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.		
Pferd	53,70	5,56	40,22	$C_{18}H_{11}O_{10}$	O_1
Milchgebende Kuh	49,66	5,94	43,80	$C_{19}H_{12}O_{11}$	O_1
Schwein	46,26	6,06	47,05	$C_{62}H_{48}O_{47}$	O_1
Dsgl.	46,11	6,16	46,67	$C_{61}H_{49}O_{47}$	O_2
Taube	47,93	6,64	43,90	$C_{16}H_{13}O_{11}$	O_2
Dsgl.	47,79	6,70	44,03	$C_{16}H_{13}O_{11}$	O_2
Hühner	48,48	7,06	42,56	$C_{16}H_{14}O_{11}$	O_3

1832 Soll die Nahrung alle Bedürfnisse der Entleerungen befriedigen können, so muß sie nicht bloß stickstofflose und stickstoffhaltige Körper führen,

sondern beide in solchen Mengenverhältnissen einschließen, daß die Foderungen der Perspirationsmaterie und des Harnes vollständig erfüllt werden. Die stickstofflosen Verbindungen müssen dann bedeutend über die Proteinkörper vorherrschen. Man kann z. B. berechnen, daß erst ungefähr 1 Theil Protein, 1½ Theile Fett und 4 Theile Stärkmehl die nöthigen Massen liefern würden, um die Ausgaben eines Menschen vollkommen zu befriedigen.

1833 Da die organischen Bestandtheile, die als Rest für die Perspiration bleiben, eine den Kohlenhydraten ähnliche Zusammensetzung in pflanzenfressenden Säugethieren und Vögeln haben, so wird die bloße Stärkenahrung nur den Nachtheil haben, daß die Stickstoffverbindungen für den Harn mangeln. Erhielte aber ein solches Geschöpf bloßes Oel, so käme noch der Uebelstand hinzu, daß der Sauerstoff, wenn er in dem gewöhnlichen Diffusionsverhältniß eingeführt wird (§. 1364.), außer Stande ist, allen Kohlenstoff und Wasserstoff vollständig zu verbrennen. Es müßte daher ein Theil dieser Körper unverändert oder wenigstens unvollkommen zersetzt übrig bleiben. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, weshalb sich dann selbst in Hunden trotz der Abmagerung reichliche Fettmassen erzeugen und Fettsäuren entwickeln (§. 1781.).

1834 Verfolgt man die einzelnen Aschenbestandtheile, die in der Nahrung eingeführt werden, so findet man, daß sie sich in ungleichen Mengen auf die Ausgaben vertheilen. Die Kieselsäure, die ein Pferd mit seinem Hafer und seinem Heu nimmt, tritt zu ihrem größten Theile in dem Kothe aus. Eine geringe Menge geht in den Körper über und erscheint in dem Harn und in der Hautabschuppung wieder. Die des Urins betrug in meinen Versuchen [1]) ungefähr $\frac{1}{30}$ und die der Hautabschuppung $\frac{1}{33}$ der Kieselsäure des Kothes [2]). Die Federn der Vögel führen ebenfalls nicht unbeträchtliche Mengen dieses Körpers [3]).

1835 Die Schwefelsäure und die Phosphorsäure kommen bisweilen in den merklichen Entleerungen in größeren Massen, als in den Nahrungsmitteln vor. Man kann diese Erscheinung dadurch erklären, daß die organischen Verbindungen der Speisen Schwefel und Phosphor enthalten und daß sich diese Stoffe in Schwefelsäure und Phosphorsäure bei ihrem Umlauf durch den Körper umsetzen. Die Schwefelsäure tritt dann in dem Pferde in größerer Menge durch den Urin aus. Die phosphorsaueren Alkalien wandern zu einem bedeutenden Theile in den Harn. Die phosphorsaueren Erden dagegen kommen eher mit dem Stuhle hervor.

1836 Die Chloralkaloide werden leicht in das Blut ihrer Löslichkeit wegen aufgenommen. Der Urin führt dann eine erhebliche Masse von ihnen ab. Der Koth, der Schweiß und die Hautabschuppung enthalten ebenfalls nicht unbeträchtliche Mengen.

1837 Der Wechsel der Kalk- und der Talkerde führt zu einem eigenthüm-

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 421.
[2]) Ebendaselbst, S. 432.
[3]) Gorup-Besanez, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LXI. Heidelberg, 1847. 8. S. 43 — 48.

lichen Ergebnisse. Beide werden mit der pflanzlichen und der thierischen Nahrung in verhältnißmäßig reichlichen Massen eingeführt. Es geht aber wahrscheinlich mehr Kalk, als Talk in das Blut über. Der Koth wird daher größere relative Mengen von Talkerde und der Harn bedeutendere von Kalkerde enthalten. Da die Dickdarmverdauung Ammoniak entwickelt, so finden wir häufig phosphorsauere Ammoniak-Magnesia in den Excrementen. Sie erscheint oft im Menschenkothe in der Form von mikroskopischen Krystallen und bildet nicht selten größere Steinmassen in dem Pferde und in anderen Pflanzenfressern.

Das Schicksal der Alkalien läßt sich am schwierigsten verfolgen, weil die Ergebnisse nach den Graden ihrer Löslichkeit und Brauchbarkeit in hohem Maaße wechseln. Genügend durchgeführte Untersuchungen fehlen noch in dieser Hinsicht gänzlich. Die geringen Mengen von Fluor, Eisen und Mangan, die man in dem thierischen Körper antrifft, können leicht von den Einnahmen gedeckt werden. 1838

Es versteht sich von selbst, daß nicht bloß die Asche der Speisen, sondern auch die der Getränke für die Bedürfnisse der Ausgaben und des Wachsthums verwandt wird. Das Trinkwasser des von mir untersuchten Pferdes [1]) führte ungefähr $1/44$ der Aschenmenge, die der gesammten Nahrung zukam, ein. Boussingault [2]) suchte sogar nach freilich sehr ungefähren Schätzungen zu zeigen, daß die Vergrößerung des Skelettes junger Schweine ohne die Beihilfe des Kalkgehaltes des Trinkwassers unmöglich wäre. 1839

Die Knochen und die Zähne sind die einzigen Theile, die beträchtliche Mengen von Aschen enthalten. Da sie und die Weichgebilde überhaupt nur langsam wachsen, so stehen immer die Mengen der Aschen hinter denen der organischen Bestandtheile bedeutend zurück. Sie nahmen z. B. nur $1/11$ bis $1/12$ in dem von Boussingault und $1/14$ bis $1/15$ der organischen Verbindungen der Nahrungsmittel in dem von mir beobachteten Pferde in Anspruch. 1840 Anhang Nr. 93.

Umwandlung der aufgenommenen organischen Verbindungen. — Die schon früher (§. 1759.) erwähnten Uebelstände, welche die Elementaranalyse der zusammengesetzteren Gebilde des Körpers mit sich führt, bilden den Hauptgrund, weshalb wir höchstens die allgemeinsten Verhältnisse des hier zu behandelnden Gegenstandes mit Sicherheit durchschauen können, die meisten Einzelnheiten dagegen bloßen Willkührvorstellungen überlassen müssen. Soll dieses Dunkel aufgehellt werden, so wäre die erste Bedingung, die feinen Unterschiede, welche die einzelnen verwandten Bestandtheile des Organismus darbieten, mit Bestimmtheit zu kennen. Die gegenwärtige Chemie ist aber noch nicht im Stande, dieser Voraussetzung zu entsprechen. 1841

Wir haben gesehen (§. 375.), daß sie dieselben Mengenverhältnisse 1842

---

[1]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. S. 390.

[2]) Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XVI. Paris, 1846. 8. p. 486 — 493.

der organischen Bestandtheile vielen Proteinmassen des Pflanzen- und Thierreichs zuschreibt. Halten wir uns nur an diese Lehre, so läßt sich der größte Theil der Umsatzerscheinungen, den die Ernährungsverhältnisse darbieten, nicht erklären. Die anatomischen Verhältnisse zeigen eine Menge von wesentlichen Formverschiedenheiten der nahe verwandten Proteinmassen; die Lebensverhältnisse bestättigen diesen Satz. Eine nähere Lösung des Widerspruches bildet daher ein unabweisbares Bedürfniß.

Drei Fälle sind hier möglich. Die Fehlerquellen, welche die reine Darstellung der Stoffe und die Methoden der Elementaranalyse mit sich führen, sind so bedeutend, daß sie die geringen Unterschiede, die wahrhaft Statt finden, verdecken oder die wechselnden Nebenmengen des Schwefels, des Phosphors und der Aschen üben einen wesentlichen Einfluß aus. Es läßt sich der schon früher (§. 376.) angeführten Verhältnisse wegen nicht entscheiden, ob die kleinen Schwankungen der elementaranalytischen Bestandtheile von durchgreifender Bedeutung sind oder nicht. Die Verfahrungsweisen, nach denen bis jetzt die meist verhältnißmäßig nicht sehr großen Mengen des freien Schwefels und Phosphors bestimmt worden sind, geben auch noch keinen sicheren Anhaltspunkt. Diese ganze Forschungsreihe befindet sich noch so sehr in ihrer Kindheit, daß man jedes Urtheil aufschieben muß.

Sollten diese Feuerproben, was unwahrscheinlich ist, in Zukunft zeigen, daß wahrhaft die Verhältnißmengen der einfachen Stoffe in verschieden geformten Gebilden und Körpern gleich sind, so wäre zu erforschen, in wiefern der gegenseitige Zusammenhang der Atome die anatomischen und physiologischen Unterschiede hervorruft.

1843 Betrachtungen, wie sie uns hier beschäftigen, führen bisweilen zu Vergleichungen der elementaranalytischen Formeln einzelner Körper. Solche Bemühungen zeigen höchstens, daß ein gewisser Umsatz möglich sei. Der Beweis kann nur auf statistischem Wege, durch die wechselseitige Abrechnung der Bestandtheile geliefert werden. Eine Formelvergleichung ist ein Wurf, der glücklich oder unglücklich ausfallen kann. Er bekräftigt aber nicht selten manchen Wahrscheinlichkeitsschluß und deutet eben so häufig den Weg, auf dem man vorwärts dringen kann, an. Es kann aber bei ihm von nichts mehr, als von einer persönlichen Vorstellung die Rede sein.

Einzelne Forscher haben sich gegen Versuche der Art aus Gründen, die auf Mißverständnissen beruhen, ausgesprochen. Manche glaubten die Unhaltbarkeit des Ganzen nachweisen zu können, wenn sie Formelwerthe der Nahrungsstoffe so zusammenstellten, daß Blausäure als Rest herauskam. Eine Formelverbindung kann aber nur nachweisen, daß dieser oder jener Körper aus gegebenen Verhältnissen hervorzugehen vermag. Es versteht sich von selbst, daß die Nebenbedingungen dazu vorhanden sein müssen. Wissen wir, daß ein Körper, der wie die Blausäure eines der heftigsten Gifte ist, kein Erzeugniß der regelrechten Lebenserscheinungen darstellen kann, so beweist dieses nur, daß solche Formelvergleiche sich selbst widersprechen. Es ist dagegen den Chemikern bekannt, daß z. B. Leim, wenn auf ihn Chromsäure unter bestimmten Verhältnissen wirkt, allerdings Blausäure erzeugt.

Ein anderer Einwand kam von Chemikern, die sonst den freiesten Spielraum den Formelvergleichungen gestatten. Es sollte unmöglich sein, die verschiedenen Werthe der

Tuberkeln oder Stropheln zusammenzustellen. Diese Ansicht kann nur darauf beruhen, daß die Benennungen täuschten und daß man glaubte, daß ein Hirntuberkel etwas wesentlich anderes, als ein Bauchtuberkel sei. Die wahren Bedenken liegen hier nicht in der Natur der Sache, sondern in der Unvollkommenheit der elementaranalytischen Bestimmung, die sich hier, wie bei vielen übrigen Prüfungen der organischen Gebilde wiederholt.

1844 Man kann die Formelvergleichungen umgehen, wenn man die procentigen Werthe in Rechnung bringt und bestimmt, wie viel Sauerstoff z. B. zu 100 Grm. Eiweiß hinzutreten muß, wenn aller Stickstoff durch den Harnstoff gedeckt werden und das Uebrige in Kohlensäure und Wasser übergehen soll. Dieses Verfahren, das natürlich auch zu keinen Beweisen führt, ist zwar etwas beschwerlicher. Es giebt aber anschaulichere Bilder und schließt höchstens die Fehler der elementaranalytischen Bestimmungen und nicht die Unrichtigkeiten beliebig angenommener Formeln in sich. Ich habe es daher auch fast immer in dem Folgenden vorgezogen, diesen zweiten Erläuterungsweg einzuschlagen.

1845 Betrachten wir zunächst den hungernden Körper, der gar keine Einnahmen empfängt, so finden wir, daß nichts desto weniger die merklichen und unmerklichen Ausgaben ihre vorzüglichsten eigenthümlichen Stoffe enthalten und diese nur in geringeren Mengen ausführen. Die Thätigkeit der Körperwerkzeuge muß daher diese Erscheinung veranlassen.

1846 Da die Verdauungswerkzeuge bei dem Hungern Nichts empfangen, so läßt sich erwarten, daß dann die merklichen Entleerungen stärker, als die unmerklichen abnehmen werden. Boussingault [1]) fand, daß eine Taube in ihren merklichen Entleerungen $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{11}$ des Kohlenstoffes, $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{10}$ des Wasserstoffes und $\frac{1}{3}$ des Stickstoffes, den sie bei hinreichender Nahrung verlor, entleerte. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff der Perspiration dagegen sanken nur auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$. (Anhang Nr. 94.)

1847 Die Athmungserscheinungen haben gelehrt (§. 1375.), daß die Natur nur kleine Mengen von Sauerstoff mit einem Athemzuge einführt, daß aber die Häufigkeit, mit der sich dieses im Laufe eines Tages wiederholt, große Wirkungen veranlaßt. Bedenken wir, daß ein gewisser Theil der Einnahmen nur mit Hilfe des aufgenommenen Sauerstoffes zweckmäßig verwendet wird, so wird es erklärlich, weshalb das Blut einzelne Verbindungen, die ihm ohne Weiteres in großen Massen einverleibt werden, mit dem Harne abscheidet. Wir haben z. B. früher (§. 663. und §. 1632.) gesehen, daß dieses mit dem Zucker und selbst mit Proteinkörpern der Fall sein kann.

1848 Der Absatz des Fettes beruht wahrscheinlich auf einem ähnlichen Verhältnisse. Wir bemerkten schon (§. 1833.), daß der eingeathmete Sauerstoff nicht alle zu reichlich eingeführten Fette verbrennen kann. Ein Theil dieser Verbindung schwitzt dann aus den Blutgefäßen durch und lagert sich als Gewebe ab. Künftige Forschungen werden noch die Gründe,

---

1) Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XI. Paris, 1844. 8. p. 453.

weshalb sich nicht hierbei der Harn in höherem Grade betheiligt, darlegen müssen.

1849 Die Erfahrung lehrt, daß kein Organ des Körpers Kohlenhydrate, wie Stärke und stärkmehlartige Körper oder Zucker, enthält. Der Letztere geht in Ausnahmsfällen mit dem Harne ab. Die Stärkmehlgebilde erfreuen sich nicht einmal dieses Nebenverhältnisses. Werden sie nicht unversehrt mit dem Stuhle entleert, so müssen sie wenigstens in Zucker bei ihrem Umlaufe durch den Körper verwandelt werden. Sind sie aber selbst in bedeutenden Mengen in den Magen eingeführt worden, so fehlt doch in der Regel die Zuckerbildung im Harne. Hieraus folgt, daß die stärkmehlartigen Körper zu Kohlensäure und Wasser verbraunt oder in andere Verbindungen umgewandelt zu werden pflegen.

1850 Ein Pflanzenfresser, der beträchtliche Mengen von Stärkmehlverbindungen verzehrt, kommt doch nach einer Reihe von Tagen zu seinem früheren Körpergewichte zurück. Der größte Theil der Stärke muß daher wieder in den Ausgaben entfernt werden. Dieses schließt jedoch nicht aus, daß nicht eine kleine Menge in der Form anderer Verbindungen verbleibt.

1851 Prout [1]) stellte schon den Satz auf, daß die drei Hauptgruppen der Nahrungsmittel, die stärkmehl- oder zuckerartigen Körper, die Fette und die Proteinstoffe, in dem lebenden Körper in einander übergehen können. Liebig [2]) vertheidigte die Ansicht, daß sich Fett aus Kohlenhydraten bildet. Er stützte sich hierbei auf Schätzungen der Ernährungsverhältnisse gemästeter Schweine und Milch gebender Kühe und hob zugleich die von Huber und Gundlach gemachte Erfahrung, daß Bienen, die mit bloßem Zucker erhalten werden, nichts desto weniger Wachs liefern, hervor. Dumas, Boussingault und Payen [3]) bemühten sich dagegen, durch chemische und statistische Untersuchungen nachzuweisen, daß das Fett, das in der Milch der Kühe enthalten ist, von außen zugeführt wird. 7 Thiere der Art erhielten jährlich nach ihnen 689 bis 766 Kilogr. Fett in ihrer Nahrung und lieferten 673 Kilogr. Butter. Dumas [4]) gab aber später nach seinen mit Milne Edwards angestellten Untersuchungen zu, daß die Bienen Wachs aus Zucker bereiten.

1852 Der Streit wurde dadurch verwickelt, daß die Nahrungsbestandtheile, die man zur Mästung gebraucht, wechselnde Oelmengen enthalten. Die verschiedenen Chemiker legten deshalb abweichende Einfuhrswerthe zum Grunde. Der junge Mais liefert z. B. nach Persoz [5]) nur 3,4%, der

---

[1]) W. Prout Chimistry, Meteorology and the function of Digestion considered with reference to Natural Theology. London, 1834. 8. p. 480.

[2]) J. Liebig, die Thierchemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Zweite Auflage. Braunschweig, 1843. 8. S. 306.

[3]) Dumas, Boussingault und Payen, Annales de Chimie. Troisième Série. Tome VIII. Paris, 1843. 8. p. 63 — 115.

[4]) Dumas, l'Institut. 1843. Nro. 509. S. 330 und Ebendaselbst. Tome XIV. Paris, 1844. 8. p. 400 — 408.

[5]) Persoz, in den Annales de Chimie. et Physique. Troisième Série. Tome XIV. pag. 408 — 419.

alte dagegen, der auch geschätzter ist, 7,85%. Dieser Chemiker fand aber zugleich, daß Gänse, die mit Mais gestopft werden, mehr Fett, als sie in ihrer Nahrung erhalten, ansetzen.

Die ausführlichen Untersuchungen von Boussingault [1]) bestätigten die Thatsache, daß gestopfte Vögel aus fremden Körpern der Nahrungsmittel Fett bilden. Die Veränderung erfolgt am leichtesten, wenn Fett neben den Kohlenhydraten eingeführt und diese Nahrungsmittel in reichlicher Menge verabreicht werden. Dasselbe wiederholt sich in Schweinen, je nachdem man sie mit Kartoffeln oder mit diesen und Fett erhält. 1853

Die Rolle, welche hierbei die stickstoffreichen Theile spielen, ist bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Boussingault [2]) fand, daß nicht blos das Fett, sondern auch die Muskelmasse in gestopften Gänsen zunimmt. Persoz [3]) dagegen bemerkte, daß sich das Körpergewicht des Thieres weniger, als das Fett desselben vergrößert. Das Blut enthält zugleich weniger Eiweiß und mehr Fett. Es scheint hieraus zu folgen, daß ein Theil der Stickstoffkörper verloren geht, um die unerläßlichen Harnausgaben zu decken und selbst noch mit seinen stickstofflosen Bestandtheilen zur Fettbildung beizutragen (§. 1780.). 1854

Entsteht Fett aus Kohlenhydraten, so muß eine gewisse Sauerstoffmenge auf irgend eine Weise davongehen (§. 382.). Sollten z. B. 100 Grm. Stärke zu 52,70 Grm. Fett werden, so bleiben noch 12,44 Grm. Kohlensäure und 34,86 Grm. Sauerstoff übrig. Man kann aber bis jetzt nicht entscheiden, ob die uns hier beschäftigende Fettbildung auf einfachem oder, wie wahrscheinlicher ist, auf verwickelterem Wege zu Stande kommt. 1855

Wir werden in der Folge sehen, daß die Proteinkörper des Blutes den Harnstoff des Urins liefern. Es ist denkbar, daß auch hierbei Fett unter gewissen regelrechten oder krankhaften Bedingungen entsteht. Nehmen wir beispielsweise an, daß der Stickstoff der Proteinverbindungen, was streng genommen nicht richtig ist, nur zu Harnstoff verwandt würde, so könnten dann z. B., wenn man Mulder's Werthe zum Grunde legt, 100 Grm. Eiweiß mit 15,72 Grm. Sauerstoff 34,07 Grm. Harnstoff, 41,92 Grm. Fett und 39,73 Grm. Kohlensäure bilden. 1856

Die in neuerer Zeit beobachteten Erscheinungen der Fettgährung (§. 382. und 708.) unterstützen in hohem Grade die statistischen Schätzungen der Fettbildung des lebenden Körpers. Würtz [4]) giebt überdieß an, daß sich auch Buttersäure neben Eiweiß, Kohlensäure, Essigsäure und Ammoniak bei der Fäulniß des Faserstoffes vorfindet. Die Zukunft muß lehren, ob hierbei das Fett, das oft hartnäckig von dem Faserstoffe eingeschlossen wird, eine Rolle spielt oder nicht. 1857

Es hängt, wie man sieht, von Nebenverhältnissen ab, ob man die Fettbildung auf künstlichem Wege erreicht oder nicht. Enthält die Nahrung vorherrschende Mengen von Stärkmehl und nur die kleinen Fett- 1858

---

[1]) Ebendaselbst. p. 419 — 482.
[2]) Boussingault, a. a. O. pag. 466.
[3]) Persoz, a. a. O. p. 418.
[4]) Würtz, in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nr. 645. S. 106.

massen, die ihr ursprünglich beigemischt sind, so kommt die Fetterzeugung sparsamer zu Stande oder bleibt gänzlich aus. Sie findet aber ihren günstigsten Mutterboden, wenn man noch neue Fettmassen den bedeutenden Mengen von Kohlenhydraten zusetzt.

1859 Lagert sich Fett in gemästeten Thieren ab, so vertheilt es sich in ungleicher Weise auf die verschiedenen Organe (§. 1672.). Da es sich an vielen Orten in der Form mikroskopischer Fettzellen eindrängt, so ist es unmöglich, die verhältnißmäßigen Werthe durch unmittelbare Wägungen oder selbst mittelst der Bestimmung der Aetherauszüge mit Sicherheit zu finden. Die genaueste Untersuchung der Art kann höchstens zu sehr ungefähren Schätzungen führen.

1860 Boussingault[1]) nahm 11 einjährige Enten derselben Brut, tödtete 5 davon, nachdem sie 12 Stunden keine Nahrung erhalten hatten, und mästete die anderen 31 Tage. Er entfernte das Fett, das die Eingeweide und die Gekröse einhüllte, in beiden Thieren, suchte das Fett durch Kochen des Fleisches zu finden und bestimmte das Gewicht von diesem aus dem Unterschiede der ursprünglichen Masse, des aus der Brühe gewonnenen Fettes und der äußerlich abgetrockneten Knochen. Man sieht, daß diese Bemühungen noch unbestimmtere Zahlen, als man durch feinere Versuche erlangen könnte, ergeben müssen. Die Werthe, zu denen Boussingault kam, sind:

Theil.	Durchschnittswerth.		
	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß des Theiles des mageren zu dem des fetten Thieres.
	Magere Ente.	Fette Ente.	
Eingeweidefett	28	282	1 : 10,4
Netzfett	37	381	1 : 10,3
Durch das Kochen erhaltenes Fett	227	1006	1 : 4,4
Knochen	318	288	1 : 0,9
Fleisch und Haut ohne Fett	1561	2149	1 : 1,4
Bei dem Schlachten ausgeflossenes Blut	229	218	1 : 0,9
Leber (ohne Fett)	88	223	1 : 2,5
Herz	26	33	1 : 1,3
Gehirn	11	11	1 : 1,0
Kropf	138	96	1 : 0,7
Galle	7	6	1 : 0,9
Milz	11	9	1 : 0,8
Luftröhre	9	9	1 : 1,0
Lungen	23	31	1 : 1,3
Darmcanal	176	162	1 : 0,9
Federn	318	298	1 : 0,9
Excremente und Verlust	174	120	1 : 0,7
Summe des Ganzen	3381	5322	1 : 1,6

[1]) Boussingault, a. a. O. p. 461 fgg.

Wir finden hiernach, daß das freie Fett der Bauchhöhle um das Zehnfache und das durch Kochen erhaltene um das Vierfache zunahm. Die Hirnmasse dagegen betheiligte sich nicht bei diesen Veränderungen in merklicher Weise. Wir haben schon früher (§. 1752.) gesehen, daß sie auch ihre Selbstständigkeit bei dem Hungertode bewährt.

Es ist bekannt, daß die Leber wesentliche Veränderungen durch das Stopfen erleidet. Ihr Gewicht fiel noch 2 bis 3 Mal so groß, als sonst aus, nachdem sie schon einen Theil ihres Fettes durch das Kochen verloren hatte. Die Summe der einzelnen geprüften Theile hatte sich aber noch nicht um das Zweifache vergrößert.

1861 Erhält sich ein Mensch mit reichlichen Mengen von Fett und Proteinkörpern, so lagern sich bald Fettmassen in seinen Geweben ab. Nimmt aber das Ganze eine krankhafte Richtung an, so finden wir häufig, daß die Leber und nächst ihr die Nieren viel freies Fett einschließen. Die sogenannten Cirrhosen dieser Drüsen beruhen häufig auf diesem Fettreichthume, der sich jedoch erst unter dem Mikroskope mit Sicherheit verräth.

1862 Gluge und Thiernesse [1]) bemerkten ähnliche Erscheinungen, wenn sie reichliche Massen von Oel oder Leberthran Hunden, Ziegen und Kaninchen verabreichten oder in die Halsblutadern einspritzten. Der dunkele Leberthran wirkte in diesen Versuchen schädlicher, als der hellgelbe. Athembeschwerden und Lungenentzündungen bildeten die Hauptfolgen dieser Eingriffe. Das Fett setzte sich in den genannten Drüsen theils in den Drüsengängen, theils zwischen ihnen ab.

1863 Manche Krankheitserscheinungen können den Fettgehalt einzelner Theile scheinbar oder wahrhaft erhöhen. Ich [2]) sowohl als Bibra [3]) fanden z. B., daß von Knochenfraß zerstörte Knochen mehr Fett, als gesunde enthalten. Die Auflösung der Erdmassen ist im Stande, einen großen Theil dieses Unterschiedes zu bedingen. Künftige Erfahrungen müssen aber noch lehren, ob sich hier noch neues Fett, wie zwischen den unthätigen Muskelfasern (§. 1722.) absetzt.

1864 Gehen wir zu den stickstoffhaltigen Einfuhrmitteln über, so müssen vor Allem die Proteinkörper unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Berzelius hob schon vor Jahren die Aehnlichkeit, die das Eiweiß im Pflanzen- und Thierreiche darbietet, hervor. Mulder suchte die Gleichheit dieser Verbindung, wie sie in den beiderlei Arten organischer Wesen vorkommt, nachzuweisen und Liebig dehnte die Identität auf den von ihm auch in den Pflanzen angenommenen Faserstoff und Käsestoff aus. Es bildete sich auf diese Weise die Ueberzeugung, daß der thierische Körper seine vorzüglichsten Proteinmassen nicht neu zu erzeugen braucht, sondern mit der Pflanzennahrung einführt. Dieses schließt natürlich nicht

---

[1]) G. Gluge u. A. Thiernesse, Recherches expérimentales relatives à l'action des huiles grasses sur l'économie animale. Bruxelles, 1845. 8. p. 1 — 52. Vgl. auch Knapp, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVIII. Heidelberg, 1846. 8. Seite 84 – 89.

[2]) Repertorium. Bd. III. S. 298.

[3]) Bibra, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. S. 364.

die Möglichkeit aus, daß auch solche Verbindungen aus anderen Stoffen im lebenden Organismus hervorgehen.

Prout sonderte zuerst die Stoffe der Nahrungseinnahmen in drei physiologisch und chemisch verschiedene Gruppen, die Eiweißkörper, die zuckerartigen Verbindungen oder die gegenwärtigen Kohlenhydrate und die Fette (§. 373). Der Gedanke, der dieser Eintheilung zum Grunde liegt und die Schlüsse, zu denen sie führt (§. 1851.), lassen sich noch weiter rückwärts verfolgen. Beccaria sprach schon 1742 aus, daß die Leimgebilde der Thiere in dem Sinne, in dem man sie früher auffaßte, und die Eiweißkörper der Pflanzen, die wir genießen, wesentlich gleich seien und daß ein anderer Theil der Thiergewebe eine gewisse Aehnlichkeit mit den Stärkemassen der Gewächse darbiete.

1865 Wir haben schon früher (§. 1842.) gesehen, daß die elementaranalytischen Untersuchungen noch nicht im Stande sind, die feineren Unterschiede, welche die Körpergebilde verrathen, mit Sicherheit zu erläutern. Viele der wichtigsten Theile der Thiere zeigen in dieser Hinsicht nur untergeordnete Abweichungen. Die Natur der Sache bringt es mit sich, daß man oft nicht ihre Formelwerthe mit Sicherheit darstellen kann. Hält man sich von allen nicht völlig bewiesenen Vorstellungen frei, so kann man nur sagen, daß eine Gruppe von Geweben zur Klasse der Proteinkörper gehört. Die Art, wie sie in einander übergehen, läßt sich noch nicht auf unzweifelhafte Art erläutern.

Die §. 395. gegebene Tabelle kann uns die Richtigkeit dieses Satzes erweisen. Die Blutkörperchen des Menschen gehören ihrer Hauptmasse nach in dieselbe Klasse. Sie führen nach Dumas[1]) 55,1% Kohlenstoff, 7,1% Wasserstoff, 17,2% Stickstoff und 20,6% Sauerstoff und andere Bestandtheile. Ihr etwas größerer Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff rührt wahrscheinlich davon her, daß hier reine Proteinkörper mit Blutfarbestoff verbunden sind.

1866 Es unterliegt keinem Zweifel, daß man verschiedene Verbindungen, die nur mit wenigen Atomen von Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff von der Mulder'schen Proteinformel abweichen, darstellen kann. Das Proteinbioxyd und das Proteintritoxyd von Mulder, die Wandungen der Schlagadern, das Blut im Ganzen und das Muskelfleisch (§. 395.) belegen dieses am deutlichsten. Es ist eben so gewiß, daß schon das Kochen und andere untergeordnete Einflüsse Unterschiede der Art erzeugen. Die Unsicherheit, die aber für jetzt noch der genauen Formelbestimmung anhaftet, beschränkt die Schlüsse, die sich hieraus ziehen lassen, in hohem Grade. Man darf zugleich nicht vergessen, daß schon die Reindarstellung der untersuchten Stoffe Umsatzerscheinungen nach sich ziehen kann. Geringe Veränderungen der eingeführten Proteinmassen spielen jedenfalls eine wichtige Rolle in den Ernährungserscheinungen des Thierkörpers.

1867 Wir wissen, daß eine Reihe von Verbindungen aus dem Körper fortwährend austritt. Die Aehnlichkeit, welche die Bestandtheile der Nahrungsmittel mit denen der Gewebe darbieten, macht es möglich, daß man sich diesen Vorgang so vorzustellen vermag, als würden die organischen Stoffe der Speisen oder der Organe unvollkommen elementaranalysirt (§. 386.).

---

[1]) Dumas, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XVII. 1846. 8. p. 460.

Die organischen Reste, die hierbei zu Stande kommen, gehören vorzugsweise den merklichen Ausleerungen und die Kohlensäure und wahrscheinlich auch das Wasser (§. 1381.) der Lungen- und Hautausdünstung an.

1868 Die hungernden Thiere verlieren immer noch Kohlensäure und Wasser durch die Perspiration, und Wasser, Harnstoff und andere Verbindungen durch den Urin. Ihre Hautabschuppung dauert fort und ihr Koth enthält manche Stoffe, die nicht früher in dieser Form mit der Nahrung eingeführt worden sind.

Wir können hieraus schließen, daß der Gaswechsel und die Körperthätigkeiten einen unvollkommenen elementaranalytischen Umsatz, selbst wenn die nothwendige Nahrung fehlt, unterhalten. Die Gewebe müssen selbst den Verlust, den diese Wirkung mit sich führt, decken. Der aufgenommene Sauerstoff fährt in seiner Verbrennungswirkung fort. Die Thätigkeit der Organe macht eine Reihe von Verbindungen, die in ihnen oder in der Ernährungsflüssigkeit enthalten sind (§. 1654.), unbrauchbar. Sie können dann am leichtesten gänzlich oder theilweise für die unerläßlichen Ausgaben verwendet werden.

Wir haben gesehen (§. 1612.), daß der Harn von Pflanzenfressern, die regelrecht ernährt werden, alkalisch ist und nicht selten feste Gemengkörper führt, während der der Fleischfresser sauer zu sein pflegt. Läßt man einen Pflanzenfresser anhaltend fasten, so gleicht dann sein Urin nach Bernard und Barreswil [1]) dem der Fleischfresser. Hatte er diese Beschaffenheit in einem Kaninchen, das drei Tage keine Nahrung empfangen, angenommen, so wurde er bald wieder alkalisch oder trüb, so wie Magendie [2]) Kleister in das Blut spritzte. Wird umgekehrt Fleischbrühe in die Blutmasse eines Pflanzenfressers einverleibt, so wird der Harn binnen Kurzem hell und sauer. Reichliche Harnstoffmengen treten gleichzeitig hervor. Hunde dagegen, die nur mit Stärkmehlkörpern gefüttert werden, bereiten einen trüben alkalischen Harn, der nach Magendie keinen Harnstoff führen soll. Das Blut kann nach diesem Forscher Dextrin und Traubenzucker enthalten, ohne daß sich der Zuckergehalt des Harnes mit Bestimmtheit nachweisen läßt.

1869 Die Umsatzstoffe, welche der Thätigkeitswechsel der Körpergebilde erzeugt, können bei gewöhnlicher Ernährung durch Bestandtheile der Speisen ersetzt oder nur mit Hilfe von diesen ihrer früheren Wirksamkeit von Neuem zugeführt werden. Der Rest der Nahrungsmittel, der hierzu nicht dient und seiner Löslichkeit wegen in das Blut übergegangen ist, wird, so weit es der eingeathmete Sauerstoff gestattet, unvollständig elementaranalysirt und mit den Entleerungen entfernt werden.

1870 Die Verbindungen, welche die Speisen enthalten, durchlaufen daher nicht ohne Weiteres den Körper, damit sie den Wirkungen des Blutes, des eingeathmeten Sauerstoffes und der Ausscheidungswerkzeuge unterliegen.

---

[1]) Bernard und Barreswil, in den Comptes rendus de l'Académie. Tome XXII. pag. 535.

[2]) Magendie, in der Gazette médicale de Paris. 1846. Nro. 38. Sept. p. 784—786.

Es wäre aber eben so unrichtig, wenn man behaupten wollte, daß sie sich sämmtlich in bleibende Theile des Körpers verwandeln und daß dafür entsprechende Mengen der Gewebe den Ausgaben ausschließlich dienen.

1871 Manche Nahrungsmittel führen so bedeutende Mengen von Salzverbindungen oder enthalten so eigenthümliche Aschenbestandtheile, daß kein durchgreifender Austausch mit Aequivalenten der Körpergebilde möglich ist. Es kann daher hier nur die oben angeführte Anschauung eingreifen. Die organischen Verbindungen, die unverändert mit dem Harne austreten (§. 1630.), unterstützen dieselbe Ansicht. Das Gleiche läßt sich zum Theil nach den Beobachtungen von Scherer [1]), nach denen die sogenannten Extractivstoffe oder der Harnfarbestoff des Urins mit der Nahrung wechseln, vermuthen.

1872 Wir werden bald sehen, daß sich unter gewissen Nebenverhältnissen Harnstoff mit Hilfe einer geringen Sauerstoffzufuhr aus Proteinkörpern erzeugen kann. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, weshalb sich der Harnstoffgehalt des Urins nach reichlicher Fleischnahrung vergrößert. Ein durchgreifender Austausch mit Körperbestandtheilen läßt sich hieraus nicht mit Bestimmtheit entnehmen.

1873 Betrachten wir die merklichen Endausgaben, so kehren gewisse Stoffe, wie der Harnstoff, die Harnsäure und zum Theil die Hippursäure und der Harnfarbestoff, in dem Urine fast in allen Lebenszuständen wieder. Der Koth ist in dieser Beziehung unvollständiger untersucht. Da aber seine Farbe und sein Geruch von den Gallefällungen abhängt (§. 752.), so wiederholen sich hier wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse. Die Hauptabschuppung entfernt immer eine Menge von Hornstoff, zu dem sich nicht selten Pigment und Fett hinzugesellt. Alle diese Verbindungen treten eben so wohl in fastenden, wie in gut ernährten Thieren auf.

Wir können hieraus schließen, daß die Einrichtung des ganzen Körpers eine gewisse Reihe eigenthümlicher Verbindungen in allen Fällen erzeugt. Es ist für deren allgemeine Bildung gleichgültig, ob die hierzu nöthigen Stoffe von Nahrungsmitteln oder von Körpertheilen genommen werden müssen. Die zugemessene Menge von Sauerstoff liefert aber wahrscheinlich einen Hauptgrund, weshalb wenigstens ein Theil dieser Substanzen und keine anderen entstehen.

1874 Es ist den Chemikern noch nicht geglückt, Harnstoff, Harnsäure und ähnliche eigenthümliche Stoffe der Endausgaben aus Proteinkörpern oder aus Mischungen von diesen und Kohlenhydraten oder Fetten künstlich zu erzeugen. Es läßt sich aber voraussehen, daß die Wissenschaft auch diese Lücke ausfüllen wird. Die Darstellung des Harnstoffs aus cyansauerem Ammoniak ist seit langer Zeit bekannt. Man erhält nach Liebig [2]) eine sauere Mischung von dem furchtbarsten Excrementalgeruch, wenn man 1 Theil Eiweiß und 3 Theile Kalihydrat schmilzt, hiermit fortfährt, bis die Am-

[1]) Scherer, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. Seite 195.

[2]) Liebig, a. a. O. S. 137.

moniakentwickelung nachläßt, das Ganze nach dem Erkalten mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt und der Destillation unterwirft.

1875 Will man sich daher vorläufig eine Vorstellung von dem Umsatze, wie er in dem lebenden Körper vor sich gehen kann, verschaffen, so muß man zu Formelverbindungen oder zu Berechnungen der elementaranalytischen Verhältnisse seine Zuflucht nehmen. Diese Bemühungen sind nur im Stande, zu zeigen, welche Art von Umsatz unter diesen oder jenen Voraussetzungen leichter vor sich gehen könnte (§. 1843. und 1844.).

Sollten sich z. B. 100 Grm. Eiweiß in Harnstoff verwandeln, so daß ihr sämmtlicher Stickstoff in diesem Körper enthalten wäre, so müßten 152,22 Grm. Sauerstoff hinzukommen, um 34,07 Grm. Harnstoff, 174,03 Grm. Kohlensäure und 44,10 Grm. Wasser zu bilden. Wir haben aber schon früher (§. 1856.) gesehen, daß möglicher Weise 100 Grm. Eiweiß mit 15,72 Grm. Sauerstoff 34,07 Grm. Harnstoff, 41,92 Grm. Fett und 39,73 Grm. Kohlensäure liefern.

Dieses Beispiel kann anschaulich machen, wie sehr sich der von außen hinzutretende Sauerstoff verringert, wenn andere kohlen- oder wasserstoffreiche Körper neben dem Harnstoff auftreten. Die gleichzeitige Erzeugung von Harnfarbestoff, von Gallenbestandtheilen und ähnlichen Verbindungen geht eben wahrscheinlich aus den beschränkten Mengen von Sauerstoff, die dem Blute zu Gebote stehen, hervor.

1876 Wir haben früher (§. 1604.) kennen gelernt, daß der Harnstoff, die Harnsäure, die Hippursäure und die Benzoesäure als eine Skalenreihe der Harnbestandtheile aufgefaßt werden können. Soll Stickstoff in größter Masse austreten, so dient der Harnstoff am besten. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff gewinnen schon mehr in der Harnsäure die Oberhand. Jener erreicht aber mehr, als die Hälfte des Ganzen in der Hippursäure. Der Stickstoff fällt endlich in der Benzoesäure gänzlich aus (§. 395.). Diese einzelnen Bestandtheile des Harnes erscheinen in vermehrten oder verminderten Mengen, je nachdem ihre Grundstoffe in reichlichen Massen vorhanden sind oder nicht.

1877 Denken wir uns die Verhältnisse am Einfachsten, so hätten 100 Grm. gereinigten Kuhfleisches 146,37 Grm. Sauerstoff nöthig, um sich in 34,39 Grm. Harnstoff, 44,37 Grm. Wasser und 167,6 Grm. Kohlensäure zu verwandeln. Sollte aber ihr sämmtlicher Stickstoff in Harnsäure übergehen, so brauchten nur 132,66 Grm. Sauerstoff hinzuzutreten, damit 48,08 Grm. Harnsäure, 54,63 Grm. Wasser und 129,95 Grm. Kohlensäure entstünden. Man hätte dann trotz des geringeren Sauerstoffzutritts ⅓ Harnsäure mehr, als Harnstoff. Der Grund liegt darin, daß der Harnstoff viel weniger Kohlenstoff und Wasserstoff in Verhältniß zum Stickstoff führt, als die Harnsäure und das Eiweiß.

1878 Wir haben §. 1632. gesehen, daß sich schwer lösliche Harnsäureverbindungen in der Gicht in den Gelenken und an anderen Stellen ablagern. Die tägliche Erfahrung lehrt, daß dieses Leiden durch eine sitzende Lebensweise und eine üppige Fleischnahrung, d. h. durch Verminderung der Sauerstoffzufuhr und Vergrößerung des Proteingehaltes der Speisen, be-

günstigt wird. Man hat daher die Geneigtheit zur Harnsäurebildung aus dem eben erläuterten Verhältniß hergeleitet [1]). Ure suchte die Benzoesäure als Heilmittel zu empfehlen, um so Hippursäure statt der Harnsäure zu erzeugen (§. 1603.).

Die Hippursäure kann nicht aus einem reinen Proteinkörper entstehen, ohne daß noch stickstoffhaltige Verbindungen übrig bleiben oder die Wasserzersetzung zu Hilfe gezogen wird. Sollten z. B. 100 Grm. Kuhfleisch vollständig umgesetzt werden, so verlangte der Stickstoffgehalt 204,4 Grm. Hippursäure. Diese fordern aber 10,26 Grm. Wasserstoff, während 100 Grm. gereinigten Kuhfleisches 5,02 Grm. führen. Es müßten daher im günstigsten Falle Atome des Wassers, die neben dem Sauerstoff in Anspruch genommen werden, die Zersetzung einleiten. Kommen Kohlenhydrate hinzu, so wird natürlich dieses Bedürfniß ebenfalls befriedigt werden. Die Hippursäure selbst kann sich nach Dessaignes und Liebig [2]) in Benzoesäure und Leimzucker trennen.

1879 Manche Alkaloide, wie das Thein, das Caffein und das in dem Spargel, der Eibischwurzel und selbst nach Vauquelin in den Kartoffeln vorkommende Asparagin, können durch einen einfachen Zutritt von Sauerstoff Harnstoff, Kohlensäure und Wasser erzeugen, weil ihre Stickstoffatome denen des Harnstoffes gleichen oder gerade die Hälfte von ihnen ausmachen. Man vermag sich daher leicht vorzustellen, daß sie zur Vergrößerung des Harnstoffgehaltes auf einfachstem Wege beitragen.

Wir haben nämlich:

$$\left.\begin{array}{rl} \text{1 At. Thein} = & C_8\,H_5\,N_4\,O_2 \\ \text{13 At. Sauerstoff} = & O_{13} \\ \hline & C_8\,H_5\,N_4\,O_{15} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll} \text{1 At. Harnstoff} & = C_2\,H_4\,N_4\,O_2 \\ \text{6 At. Kohlensäure} & = C_6\,O_{12} \\ \text{1 At. Wasser} & = H_1\,O_1 \\ \hline & C_8\,H_5\,N_4\,O_{15} \end{array}\right.$$

$$\text{und: }\left.\begin{array}{rl} \text{1 At. Asparagin} = & C_4\,H_5\,N_2\,O_4 \\ \text{6 At. Sauerstoff} = & O_6 \\ \hline & C_4\,H_5\,N_2\,O_{10} \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll} \text{1/2 At. Harnstoff} & = C_1\,H_2\,N_2\,O_1 \\ \text{3 At. Kohlensäure} & = C_3\,O_6 \\ \text{3 At. Wasser} & = H_3\,O_3 \\ \hline & C_4\,H_5\,N_2\,O_{10} \end{array}\right.$$

1880 Die Kleesäure erzeugt sich schon häufig aus Harnsäure in künstlichen Versuchen durch die Zufuhr von Sauerstoff. Man erhält dann je nach der Menge des letzteren Kleesäure und Harnstoff, Kleesäure und Parabansäure oder Kohlensäure und Harnstoff [3]). Manche nehmen daher an, daß die Kleesäure, die in dem Harn vorkommt, aus ähnlichen Gründen entsteht. Sie kann auch mit einzelnen pflanzlichen Nahrungsmitteln, wie dem Sauerampfer, eingeführt werden. Es ist noch nicht nachgewiesen, daß sie sich dann unter allen Verhältnissen in Kohlensäure verwandelt.

1881 Heintz [4]) fand in neuester Zeit, daß der von ihm und Pettenkofer aus dem Harn dargestellte Körper (§. 1606.) das von Chevreul in der

---

[1]) H. Bence-Jones, Ueber Gries, Gicht und Stein. Zunächst eine Anwendung von Liebig's Thierchemie auf die Verhütung und Behandlung dieser Krankheiten. Uebersetzt von H. Hoffmann, Braunschweig, 1843. S. 6 fgg.

[2]) Liebig, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. S. 393.

[3]) Liebig, a. a. O. S. 125.

[4]) Heintz, in Poggendorff's Annalen der Physik. Bd. 70. S. 466—480.

Fleischbrühe entdeckte Kreatin ist. Es kommt nach Liebig in dem rohen Fleische, nicht aber in den Lungen, der Leber oder dem Gehirn vor. Künftige Erfahrungen müssen lehren, ob es durch die Thätigkeit der Muskeln erzeugt und dann als unbrauchbare Verbindung in dem Harn abgeschieden wird.

1882 Die Galle steht in ihrem Stickstoffgehalte dem Harnstoff, der Harnsäure und der Hippursäure bedeutend nach. Sie erreicht nicht einmal in dieser Hinsicht die Hälfte der Größe, welche die Hippursäure darbietet. Ihre Kohlenstoff- und Wasserstoffmenge hat dafür ein stärkeres Uebergewicht, so daß sie hierin nicht bloß die Proteinkörper, sondern selbst zum Theil das schwarze Pigment übertrifft (§. 395.). Betrachtet man die Nieren als die Drüsen, die vorzugsweise Stickstoff ausscheiden, so liefert die Galle verhältnißmäßig reichlichere Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff. Man hat bis jetzt nicht untersucht, ob die Gallenniederschläge, die den auffallendsten Merkmahlen des Kothes zum Grunde liegen, diese Eigenthümlichkeit theilen.

Diese Schlüsse stützen sich auf die bis jetzt vorliegenden elementaranalytischen Werthe. Da aber die Gallenstoffe sehr bedeutende Schwefelmengen, die bis jetzt außer Acht gelassen worden sind, enhalten (§. 1542.), so könnten sich leicht alle Angaben, die man bisher über diese Mischung gemacht hat, wesentlich ändern.

1883 Die Galle nähert sich den Fetten durch ihren großen Inhalt an Kohlenstoff und Wasserstoff. Viele Chemiker betrachten ihre Hauptmasse als eine Seifenverbindung des Natron (§. 1539.). Salpetersäure kann nach Redtenbacher [1]) fette Säuren, wie Caprin- und Capilsäure, aus Choloidinsäure erzeugen. Die Verwandtschaft mit den Fetten scheint sich auch in der Reihe der Zersetzungskörper der Galle anzudeuten [2]).

1884 Erinnert man sich, daß wahrscheinlich bedeutende Mengen von Galle fortwährend bereitet werden (§. 1533.), so vermag man sich vorzustellen, daß diese Absonderung mit den Umsatzerscheinungen, die für den Harn und die Perspiration nöthig sind, in Beziehung steht. Der Hauptkörper des Urins, der Harnstoff, kann nur wenig Kohlenstoff binden. Der in mäßigen Mengen eingeführte Sauerstoff ist auch nicht im Stande, die überschüssigen Carbonmassen und den Schwefel der Nahrungsmittel auf der Stelle gänzlich zu verbrennen. Es vermag sich so die Galle denkbarer Weise als eine kohlenstoffreiche Nebenverbindung auszuscheiden.

1885 Gelangt sie in den Darm und hat sie der Verdauung gedient, so wird sie nicht gänzlich mit dem Kothe entfernt. Bestandtheile von ihr kehren auf dem Wege der Einsaugung in das Blut zurück (§. 759.). Das kohlensauere Natron, das ihrer Asche eigenthümlich ist, fehlt nach der Angabe von Liebig [3]) in der des Kothes der Fleischfresser gänzlich. Dieser Forscher stellt sich vor, daß die aufgenommenen Gallenstoffe der Athmung dienen. Die Annahme kann auf die Aehnlichkeit, welche die Galle

---

[1]) Redtenbacher, in den Annalen der Pharmacie. Band LVII. Heidelberg, 1846. Seite 166.
[2]) Gorup-Besanez, Ebendaselbst. Bd. LIX. Heidelberg, 1846. 8. S. 158. 159.
[3]) J. Liebig, die Thierchemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie. Dritte Auflage. Braunschweig, 1846. 8. S. 70.

mit den Fetten darbietet, gestützt werden. Diese schwinden bei dem Hungern, um die Perspirationsausgaben möglich zu machen. Die Galle kann eben so einen Theil ihres Kohlenstoffes und Wasserstoffes zu gleichem Zwecke hergeben. Es versteht sich aber von selbst, daß jene Auffassungsweise nur in diesem Sinne verstanden zu werden vermag. Es müssen immer stickstoffreiche Nebenverbindungen für den Harn oder andere Absatzorte übrig bleiben. Eine ausschließliche Verwendung der Galle für die Perspirationsproducte ist, wie sich von selbst ergiebt, eine Unmöglichkeit.

1886 Das Wechselspiel der Verhältnißmengen der Verbindungen, die unvollkommen elementaranalysirt werden, und des Sauerstoffes, der hierfür zu Gebote steht, wird bald kohlen- und wasserstoffreichere, bald dagegen mit mehr Stickstoff verbundene Körper hervortreten lassen. Alle die Athmung erhöhenden Einflüsse und die gleichzeitige Zufuhr stickstoffreicher verarbeitbarer Nahrungsmittel begünstigen auf diese Art die Harnstoffbildung. Ein stärkerer Gebrauch von Kohlenhydraten und verringerte Athmung steigern eher die Mengen der Harn- und der Hippursäure und wahrscheinlich auch der Gallenbestandtheile. Die sogenannten Extractivstoffe des Harns scheinen nach Scherer [1]) von ähnlichen Normen bestimmt zu werden. Die Hippursäure vertritt deshalb in vielen Pflanzenfressern einen großen Theil der Harnsäure, die dafür in reichlicherer Menge in den Fleischfressern vorkommt.

1887 Sinkt die Lungen- und Hautausdünstung, während sich der Umsatz der Kohlenhydrate und der Fette nicht in gleichem Maaße vermindert, so werden sich leichter kohlen- und wasserstoffreichere Verbindungen erzeugen. Die Leber kann auf diese Art ihre Thätigkeit erhöhen, während die der Lungen abnimmt [2]). Die kohlenstoffreichen Producte des Kothes, des Harns vergrößern sich wahrscheinlich gleichzeitig.

1888 Man sieht, daß viele dieser Erscheinungen von dem Uebergange des Sauerstoffes in das Blut abhängen. Der größte Theil von ihm wird wahrscheinlich von den Blutkörperchen in Beschlag genommen. Die Salze, die nebenbei vorhanden sind, scheinen hierauf nach Dumas [3]) einen wesentlichen Einfluß auszuüben. Versucht man geschlagenes Blut ohne Weiteres zu filtriren, so geht bald eine rothe Flüssigkeit durch. Mischt man es dagegen, so lange es frisch ist, mit einer Lösung von schwefelsauerem Natron nach der Vorschrift von Berzelius und Müller, so dringt eine farblose Flüssigkeit in das Aufnahmsglas ein. Streicht gleichzeitig ein Luftstrom durch die Mischung, so bleiben die Blutkörperchen da, wo sie mit ihm in Berührung kommen, hellroth. Sie färben sich dagegen sonst dunkelroth. Phosphorsaueres Natron oder Seignettsalz kann ebenfalls in größeren Mengen dem Blute zugesetzt werden, ohne daß es die Fähigkeit verliert, sich in Berührung mit Sauerstoff heller zu färben. Chlorkalium,

---

[1]) Scherer, a. a. O. S. 195.

[2]) Vergl. Fr. Tiedemann u. L. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. Bd. II. Zweite Auflage. Heidelberg, 1831. 4. S. 52 fgg.

[3]) Dumas, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XVII. Paris, 1846. 8. p. 456 — 459.

Chlornatrium und Chlorammonium dagegen nehmen ihm diese Eigenschaft. Natronsalze wirken im Allgemeinen nach Dumas [1]) günstiger, als Kalisalze.

Man kann sich hiernach vorstellen, daß die Einfuhr bestimmter Salzverbindungen die Blutkörperchen hindert, ihre hochrothe Farbe anzunehmen. Die Giftlehre und die Leichenöffnungen beweisen häufig, daß das Blut nach schädlichen Einwirkungen der verschiedensten Art seine gewöhnlichen Farbenunterschiede nicht darbietet [2]).

1889 Der Harn und der Koth führen zwar viele Salze ab. Ihre Menge und Beschaffenheit wechselt aber nach Verschiedenheit der eingeführten Nahrungsmittel. Die Galle zeichnet sich durch ein beständigeres Merkmahl, durch ihren verhältnißmäßig bedeutenderen Natrongehalt, aus. Prout [3]) stellte sich vor, daß hiermit der reichliche Genuß des Kochsalzes, zu dem wir instinktmäßig geführt werden, zusammenhängt. Die Salzsäure sollte für die freie Säure des Magensaftes verwandt werden, das Natron dagegen theils zur Alkalescenz des Blutes, vorzugsweise aber zur Bereitung der Galle dienen. Liebig [4]) wiederholte diese Ansicht in neuerer Zeit. Da wir aber gesehen haben, daß wahrscheinlich die freie Säure des Magensaftes nicht von Salzsäure herrührt (§. 612.), so kann auch nicht der Hergang auf die eben geschilderte Weise zu Stande kommen. Die Galle bemächtigt sich vermuthlich eines Theiles des Natron, das von den Speisen aus in das Blut übergeht. Es läßt sich aber nicht mit Sicherheit entscheiden, ob eine außerordentliche Zufuhr von Kochsalz hierzu nöthig ist, weil wir bis jetzt nicht die Gesammtmenge der täglich gelieferten Galle annäherungsweise schätzen können (§. 1534.).

1890 Das Stärkmehl, der Zucker, die Milchsäure, die wir in der Nahrung nehmen, führen an und für sich weder Asche, noch fremdartige einfache Körper, die wesentlich zu ihrer Mischung gehören. Viele dichtere Pflanzenstoffe enthalten zwar beträchtlichere Mengen feuerfester Verbindungen. Ein großer Theil von ihnen geht aber nicht in das Blut über, sondern bleibt in dem Darm und wird mit den Excrementen entleert. Die bedeutenden Aschenmassen, die der Koth der Pflanzenfresser abführt, rühren meist hiervon her (§. 1822.). Die Proteinkörper dagegen besitzen gewisse Mengen von Schwefel und Phosphor, die der eingeathmete Sauerstoff in Schwefelsäure und Phosphorsäure umsetzen kann (§. 1835.). Die Art der Nahrung und die Thätigkeit der Körperorgane wird diese Erscheinung in hohem Grade bestimmen. Die phosphorsaueren Alkalien und Erden fehlen nicht nothwendiger Weise, wie angenommen würde, in dem Harn der Pflanzenfresser. Denn die Proteinkörper ihrer Nahrung führen ebenfalls jene Nebenbestandtheile und ihr Sauerstoff kann auch möglicher Weise Säuren

---

[1]) Dumas, Ebendaselbst. p. 458.
[2]) Vergl. auch Dujardin, Didiot u. Bouchardat, in der Gazette médicale de Paris, 1846. p. 600. 601.
[3]) Prout; a. a. O. p. 500.
[4]) Liebig, a. a. O. S. 165.

aus ihnen bilden. Sie kommen aber in geringeren Mengen, als in dem Harne der Fleischfresser vor.

1891 Die Veränderungen, die das Wachsthum der Körpergebilde nach sich zieht, entgehen leichter der unmittelbaren Beobachtung, als der Wechsel, den die unabweislichen Ausgaben bedingen. Dieser drückt sich schon in kurzen Zeiträumen, ja oft unmittelbar aus. Jene dagegen gehen erst aus einer längeren Reihe von Umsatzerscheinungen hervor. Die Natur baut ihre Gebilde nur allmählig auf. Sie liefert wenigstens die gewöhnlichen Ausgaben in dem selbstständig gewordenen Wesen in reichlicher Menge und bewahrt nur kleine Ueberreste zu zweckmäßigem bleibenden Gebrauche. Es ist auf diese Weise fast unmöglich, auf statistischem Wege zum Ziele zu gelangen. Der unmittelbare Vergleich der Analysen älterer und jüngerer oder verschieden geformter Gewebtheile kann hier allein einige Punkte beleuchten.

1892 Die Fettbildung setzt nicht bloß voraus, daß sich Körper, wie Elain, Stearin und Margarin, absetzen, sondern daß sie auch von Hüllen von Proteinkörpern umschlossen werden. Es läßt sich noch nicht entscheiden, ob diese gleichzeitig neu erzeugt werden oder aus einer Umwandlung des Zellgewebes, das den Fettabsatz aufnimmt, entstehen.

1893 Die Mischung des Fettes wechselt nach Mulder [1]) an den verschiedenen Stellen. Das, welches die Nieren der Kuh umgiebt, führt nach ihm mehr Stearin, als das Unterhautfett desselben Thieres. Das Elain herrscht dagegen in dem Markfette vor. Eine Fettart geht übrigens im Körper häufig in eine andere über. Margarin und Elain können schon künstlich durch Desoxydation in Stearin umgewandelt werden [2]) Wir haben daher hier einen ähnlichen Vorgang, wie wenn Kohlenhydrate zu Fett werden (§. 1851.). Die Desoxydation hält sich nur in mäßigeren Schranken. Man kann sich auch vorstellen (§. 376.), daß Gallenfett in ähnlicher Weise aus gewöhnlichem Menschenfette hervorgeht.

1894 Das Umgekehrte findet sich wahrscheinlich eben so häufig. Die sogenannte Oelsäure zieht Sauerstoff begierig an. Die verschiedenen Analysen, die frühere Chemiker mit ihr anstellten, sind daher vorzugsweise aus diesem Grunde unrichtig ausgefallen [3]). Das Fett zweier Gänse giebt schon nach Gottlieb [4]) ungleiche Verbindungen der Art. Es können daher auch leicht die Fette des lebenden Körpers auf- und abgehenden Schwankungen unterliegen und mit Leichtigkeit verschiedene Verbindungen herstellen.

1895 Die Art, wie sich die Fette, die in dem Nervensysteme vorkommen, bilden, kann bis jetzt noch nicht angegeben werden, weil die Chemiker, die sich mit den Untersuchungen des Gehirns beschäftigten, Mischungen von Eiweiß und Fett untersuchten. Es kann daher nicht befremden, wenn hierbei stickstoffhaltige Fettsäuren, wie die Cerebrinsäure, gefunden wurden

---

[1]) G. J. Mulder, Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie. Uebersetzt von Moleschott. Heidelberg, 1846. 8. S. 603. 604.

[2]) Mulder, Ebendaselbst. S. 257 u. 606.

[3]) Gottlieb, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. S. 39.

[4]) Gottlieb, Ebendaselbst. S. 48.

(§. 371.). Das Olein des Gehirns stimmt mit dem gewöhnlichen Menschenfette überein (§. 373.).

1896 Läßt man den Schwefel und die Asche bei Seite, so führt nach Scherer die Hornmasse der Oberhaut der Fußsohle des Menschen weniger Kohlenstoff und mehr Stickstoff, als das Eiweiß und die ihm zunächst liegenden Verbindungen (§. 395.). Dieses allgemeine Merkmahl kehrt auch nach Mulder [1]) für die Menschennägel, die Haare, die Hufe von Pferden und Kühen und zum Theil für die Rinderhörner wieder, wenn auch diese Gebilde in den Einzelnheiten ihrer Zusammensetzung abweichen. Wir haben aber gesehen, daß sich das Fett durch seinen Reichthum an Kohlenstoff und seinen Mangel an Stickstoff auszeichnet. Das Pigment schließt ebenfalls bedeutende Massen von Kohlenstoff ein und führt wenigstens in dem nicht ganz reinen Zustande, in dem es aus dem Auge erhalten werden kann, beträchtliche Mengen von Stickstoff (§. 395.). Man kann sich daher vorstellen, daß Fett und Pigment als Nebenverbindungen erzeugt werden, wenn sich Proteinmassen in Horn verwandeln. Die Anatomie lehrt aber, daß beide fast beständige Begleiter der dichteren Horngebilde sind (§. 1465 und §. 1681.).

1897 Wir haben schon früher (§. 1480.) gesehen, in welchem Verhältnisse der Schleim zu den Horngeweben steht. Die chemischen Angaben verlassen uns hier, weil die meisten bisherigen Untersuchungen des angeblichen Schleimes Gemenge fremdartiger Verbindungen betrafen. Der Kohlenstoffgehalt würde nach Scherer und Gorup Besanez [2]) dem der Horngebilde näher stehen, als dem des Eiweißes; der Stickstoff dagegen geringer ausfallen.

1898 Die §. 395. verzeichneten Werthe lehren, daß die Zusammensetzung des Hausenblasenleimes von der der Hausenblase und die des Knorpelleimes von der der Knorpel in untergeordnetem Grade abweicht. Die Hausenblase, die Sehnen und die harte Haut des Auges nähern sich ihren Bestandtheilen nach dem gewöhnlichen, die Rippenknorpel und die Hornhaut dagegen dem Knorpelleim. Der Kohlenstoffgehalt aller dieser Theile steht dem des Horns näher, als dem des Eiweißes. Der Stickstoff steigt noch bedeutender in den Massen, die bei dem Kochen gewöhnlichen, und sinkt in denen, die unter diesen Verhältnissen Knorpelleim geben.

1899 Was der Chemiker als Muskel analysirt, ist ein Gemenge von Muskelfasern, Zellgewebefasern, Nerven, Gefäßen, Blut und vielleicht auch Fett. Es enthält daher Gebilde, von denen die einen dem Eiweiß näher stehen, die anderen dagegen bedeutender von ihm abweichen. Es läßt sich hiernach erwarten, daß ein verbessertes elementaranalytisches Verfahren, das möglichst kleine Beobachtungsfehler gestattet, keine beständigen Ergebnisse liefern wird.

1900 Dieselbe Betrachtung findet auch ihre Anwendung auf das Blut im

---

[1]) Mulder, a. a. O. S. 535. 536. 540 u. 553.

[2]) Gorup-Besanez, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LIX. Heidelberg, 1846. 8. S. 156.

Ganzen. Die wechselnden Mengen der Blutflüssigkeit und der Blutkörperchen und vorzüglich der aufgenommenen Speisetheile und der Umsatzgebilde des Körpers werden auch hier zu Schwankungen führen.

1901 Die elementaranalytischen Untersuchungen, die bis jetzt angestellt worden sind, lehren, daß die Zusammensetzung der gesammten Muskelmasse mit allen ihren Gemengtheilen der des Blutes im Ganzen in hohem Grade verwandt sein kann. Wir haben aber schon früher (§. 376.) gesehen, daß die gegenwärtig vorliegenden Zahlen nicht mit Sicherheit schließen lassen, daß sie vollkommen gleich seien.

1902 Diese Thatsache kann übrigens noch nicht die Ernährungsweise der Muskeln und ihrer Nebengewebe aufhellen, weil sich nicht hierbei das Blut im Ganzen, sondern nur die Blutflüssigkeit unmittelbar betheiligt. Sie zeigt nur, daß die Natur diejenigen Bestandtheile des Körpers, die dem Gewichte nach die übrigen übertreffen (§. 1143. und §. 1746.), aus nahe verwandten Gesammtverbindungen aufbaut.

1903 Der Knorpelleim unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Leim durch einen geringeren Gehalt an Stickstoff. Diese Eigenthümlichkeit wiederholt sich, wenn wir die Sehnen und die harte Haut des Auges mit den Rippenknorpeln und der Hornhaut vergleichen (§. 395.). Die Leim gebenden Massen des erwachsenen Körpers bilden daher zwei verschiedene Gruppen, von denen die eine den Stickstoffgehalt des Eiweißes überschreitet, die andere dagegen ihn nicht erreicht.

1904 Viele Faserknorpel bestehen aus einem dichten Fasergewebe, in dessen Zwischenräumen Knorpelkörper liegen. Jene geben wahrscheinlich bei dem Kochen gewöhnlichen Leim und diese Knorpelleim oder Chondrin. Wir haben so beide Gruppen neben einander. Sie kommen in Theilen vor, die wenig oder gar keine Blutgefäße besitzen und in denen jedenfalls diese verschiedenartigen Absätze von einer und derselben Ernährungsflüssigkeit herrühren müssen.

1905 Die Verknöcherung liefert ein Beispiel, daß sich beide zeitlich ablösen können. Denn der ursprüngliche Knorpel giebt nach Müller Chondrin, der Knochenknorpel dagegen, den verdünnte Salzsäure aus dem Knochen darstellt, gewöhnlichen Leim.

1906 Die Kalksalze bilden die Hauptmasse der unorganischen Stoffe, die in ihrer Vereinigung mit dem Knochenknorpel die Knochensubstanz erzeugen. Man kann noch nicht angeben, ob der phosphorsauere Kalk in bestimmten chemischen Verhältnissen mit dem Knorpel verbunden ist [1]) oder nicht. Leidet ein Theil an Knochenfraß, so werden zuerst die Aschenbestandtheile vorzugsweise aufgesogen. Der Knorpel scheint wenigstens im Anfange keine wesentliche Veränderungen seiner Zusammensetzung nach Bibra [2]) zu erleiden.

1907 Die kohlensauere Kalkerde nimmt immer nur einen verhältnißmäßig kleinen Theil der phosphorsaueren gegenüber ein. Beide vergrößern sich

[1]) Mulder, a. a. O. S. 600.
[2]) Bibra, in den Annalen der Pharmacie. Bd. LVII. Heidelberg, 1846. 8. S. 366.

im Laufe des fortschreitenden Alters. Der kohlensauere Kalk schwankt dabei zwischen 1/5 bis 1/9 der phosphorsaueren Kalkerde. Diese findet sich auch im Allgemeinen in der dichten Knochenmasse in etwas reichlicherer Menge, als in der schwammigten. Die Beobachtungen von mir [1]) und Bibra [2]) lehren auf übereinstimmende Weise, daß sich die kohlensauere Kalkerde um einen verhältnißmäßig größeren Bruchtheil ihres ursprünglichen Werthes, als der phosphorsauere Kalk bei dem Uebergang des Kindes- und Jünglingsalters in die mittleren Jahre vergrößert.

Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich bisweilen in krankhaften Knochenwucherungen. Manche Knochenauswüchse enthalten verhältnißmäßig mehr kohlensaueren als phosphorsaueren Kalk, wie der gesunde Knochen.

Die Gesammtmenge der Kalksalze steht ungefähr im umgekehrten Verhältnisse zur Dichtigkeit und Härte des regelwidrigen Knochengewebes.

Viele Widersprüche, die sich in den einzelnen Analysen der Knochen- und Zahngebilde vorfinden, rühren wahrscheinlich von dem Untersuchungsverfahren her. Fällt man den phosphorsaueren Kalk mit Ammoniak, so kann man sich leicht täuschen, wenn das Fällungsmittel nicht ganz rein ist, sondern noch kohlensaueres Ammoniak führt. Ist aber auch dieses nicht der Fall, so vermag sich noch in gewissen Fällen kohlensauerer und phosphorsauerer Kalk nach Berzelius neueren Untersuchungen zugleich niederzuschlagen. Man verfährt daher zweckmäßiger, wenn man die Kohlensäure (§. 372.), die Phosphorsäure, den Kalk und den Talk besonders bestimmt und die gegenseitige Vertheilung später vornimmt.

1908 Die Zähne im Ganzen enthalten, wie wir sahen (§. 372.), bedeutend mehr Asche, als die Knochen. Der Schmelz und die ächte Zahnsubstanz unterscheiden sich in dieser Hinsicht wesentlich von einander. Ließ ich menschliche Backzähne fein raspeln, so gaben sie im Durchschnitt 78,78% Asche nach dem vollständigen Austrocknen (§. 372.). Die ächte Zahnsubstanz menschlicher Backzähne führt nach Bibra 71,3 bis 79,0% und der Schmelz 94,03 bis 96,41%. Bedenken wir, daß dieser seiner Masse nach bedeutend weniger, als jene ausmacht, so erklärt sich von selbst, weshalb die Aschenmenge des gesammten Zahnes der der ächten Zahnsubstanz näher steht.

1909 Kohlensauerer und phosphorsauerer Kalk nehmen auch hier die größten Werthe in Anspruch. Jener beträgt nach Bibra in dem Schmelze 1/9 bis 1/20 von diesem. Die ächte Zahnsubstanz ergiebt 1/8 bis 1/20.

1910 Das Skelett führt natürlich die größten Mengen feuerfester Bestandtheile. Die Knorpel, die ihm am nächsten stehen, enthalten ungefähr nur 1/20 bis 1/25 der Aschenprocente der frischen Knochen des gleichen Geschöpfes. Die meisten übrigen Weichgebilde erreichen in dieser Hinsicht noch nicht die Hälfte und geben oft nur ungefähr 1/5 von dem, was die Knorpel liefern [3]). Nur die dichten Horngewebe, die auch häufig in der Thierreihe in kalkreiche Skeletttheile übergehen, liefern nicht unbedeutende Aschenwerthe.

[1]) Repertorium. Bd. III. S. 300.
[2]) v. Bibra, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne der Menschen und der Wirbelthiere mit Rücksichtsnahme auf ihre physiologischen und pathologischen Verhältnisse. Schweinfurth, 1844. 8.
[3]) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Band I. Braunschweig, 1842. 8. Seite 394.

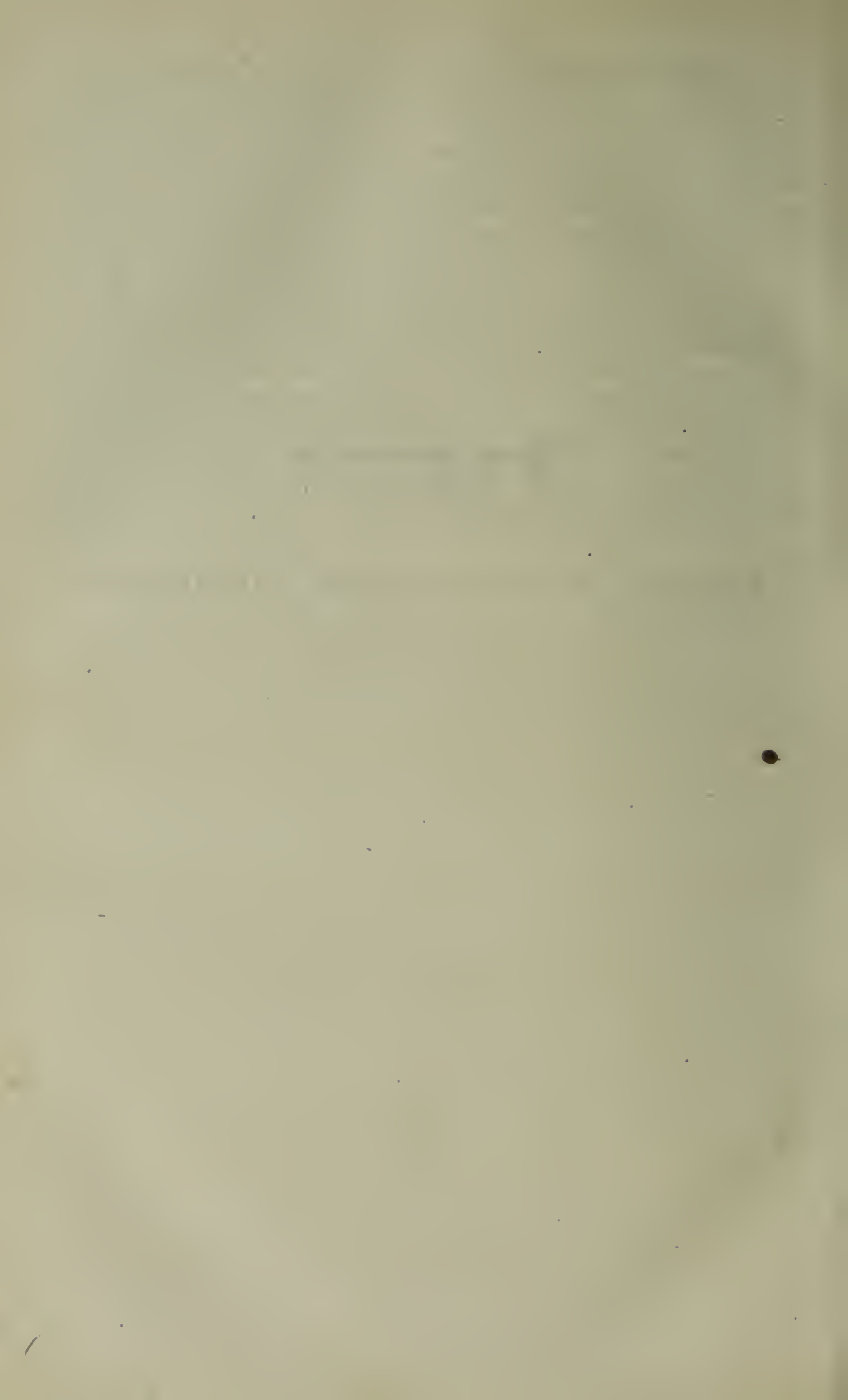
1911 Die verhältnißmäßige Masse feuerfester Bestandtheile nimmt in manchen Theilen von der Geburt bis zu dem Greisenalter zu. Hält man sich an die Angaben von Dugniolle, so würde ihre procentige Menge in den Muskeln drei Mal so groß im Erwachsenen, als im Kinde sein. Das Gehirn, die Haut und die Leber dagegen lieferten keine deutliche Vergrößerung der Aschenmassen. Die Knochen führen verhältnißmäßig mehr Erdsalze in Greisen und werden deshalb spröder und brüchiger (§. 48.). Die Natur spart allmählig in späteren Zeiten die Erden und giebt verhältnißmäßig mehr organische Verbindungen aus.

Anhang Nr. 95

Dieselbe Thätigkeitsrichtung wiederholt sich häufig unter krankhaften Verhältnissen. Die Gewebe, die ohnedieß viel Asche führen, bemächtigen sich dann leicht größerer Mengen von unorganischen Verbindungen. Die Kehlkopfknorpel können auf diese Art in alten Leuten verknöchern. Schwielige Oberhautmassen nehmen nicht selten mehr Kalkverbindungen auf. Diese setzen sich aber eben so oft in den Geweben innerer Gebilde ab. Die Verschiedenheit der Theile, denen sie angehören, scheint es vorzugsweise zu bestimmen, ob sie mit den ächten Knochen übereinstimmen oder nicht (§. 1712.).

Anhang.

Formeln, Grundwerthe und Berechnungen.



Nr. 1. Seite 28 und 604.

Grundwerthe der specifischen Gewichtsbestimmungen lebender in der Begattungsumarmung begriffener Frösche.

Nro.	In Grm. ausgedrücktes Gewicht je eines Paares		Eigenschwere.
	in der Luft.	unter Wasser.	
1	126,1	120,7	1,0447
2	121,9	116,2	1,0490
3	128,2	124,8	1,0273
4	124,2	120,7	1,0290
Summe	500,4	482,4	Mittel = 1,0375

Die Thiere wurden vor dem Versuche an ihrer äußeren Haut trocken gewischt. Nro. 1. und Nro. 2. sind Bestimmungen, die an einem und demselben Paare, aber an verschiedenen Tagen vorgenommen worden sind. Man sieht, daß die Außenverhältnisse und das Abtrocknen das absolute Gewicht bedeutend, das specifische dagegen fast gar nicht änderten.

Nr. 2. Seite 29.

Berechnung des specifischen Gewichts in Verhältniß zum Wasser aus Abwägungen, die unter Oel gemacht worden sind.

Ist das Luftgewicht des Körpers $= a$, das Oelgewicht $= b$ und die Eigenschwere des Oels $= s$, so erhält man für das nach der Wassereinheit bestimmte specifische Gewicht des Körpers $x = \frac{sa}{b}$ oder, da das durchschnittliche Gewicht des reinen Olivenöls 15 ° C. zu 0,915 angeschlagen werden kann, $x = 0{,}915 \frac{a}{b}$.

Nr. 3. Seite 30.

Formel für die Ausgleichung eines specifisch schweren Körpers mit der Eigenschwere des Wassers durch den mechanischen Zusatz einer leichteren Masse.

Nennen wir das absolute Gewicht des schwereren Körpers a und seine Eigenschwere m, das absolute der Zusatzmasse b und das specifische derselben n, so ist das Volumen der gesammten mechanischen Mischung $v = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}$. Soll diese aber die Eigenschwere

des Wassers haben, so muß ihr Volumen ihrem absoluten Gewichte gleichen. Wir haben daher:

$$\frac{a}{m} + \frac{b}{n} = a + b.$$

Hieraus folgt:

$$b = a \frac{n}{1 - n} \cdot \frac{m - 1}{m.}$$

Ist das mittlere specifische Gewicht des Menschen $m = 1{,}066$ und das des Fettes desselben $n = 0{,}932$, so wird für jeden beliebigen Werth von a

$$log.\ b. = 0{,}9286937 - 1 + log.\ a.$$

Der Numerus des Coefficienten ist dann $= 0{,}84859$.

Die obige Formel kann keine Anwendung auf chemische Verbindungen finden, weil sich oft der Rauminhalt durch die chemische Wahlanziehung ändert.

Nr. 4. Seite 30.

Bestimmung der Kraft, mit der ein mit einer Korkschürze bekleideter Mensch im Wasser in die Höhe gehoben wird.

Die Gewalt, mit der das Wasser einen in ihm tauchenden Körper in die Höhe zu treiben sucht oder der Auftrieb der Mechaniker gleicht dem Gewichte des durch den Körper verdrängten Wassers. Sie siegt daher, sobald das specifische Gewicht unter 1 und wird überwunden, wenn es über 1 steht.

Ist nun das Körpergewicht des Menschen a, sein specifisches Gewicht m, das absolute Gewicht der Korkschürze b und die Eigenschwere n, so ist der Auftrieb p

$$p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}.$$

Die Kraft b, mit welcher der Mensch über dem Wasser bleiben muß, wird der des Auftriebes minus dem absoluten Gewicht des Menschen und der Korkschürze gleichen. Daher

$$\beta = \frac{a}{m} + \frac{b}{n} - \left(a + b\right) \text{ oder}$$

$$\beta = a\left(\frac{1}{m} - 1\right) + b\left(\frac{1}{n} - 1\right).$$

Ist aber $m > 1$, so wird $\frac{1}{m} - 1$ negativ. Daher

$$\beta = b\left(\frac{1}{n} - 1\right) - a\left(1 - \frac{1}{m}\right).$$

Setzt man wieder $m = 1{,}066$ und nimmt als specifisches Gewicht des Korkes 0,24 an, so erhält man

$$\beta = 3{,}1666\ b - 0{,}0619\ a.$$

Nr. 5. Seite 32 und 35.

Berechnung des Festigkeitsmodulus.

Da die meisten thierischen Weichgebilde rundliche Formen haben, so wird man nicht sehr irren, wenn man ihre Querschnitte als Kreise berechnet, deren Durchmesser die Hälfte der Summe ihrer größten Breite und Dicke beträgt. Nennen wir nun das Maximum der Breite des Prüfungsstranges b und das seiner Dicke d, so erhalten wir als Flächenraum seines Querschnittes $\frac{(b+d)^2\pi}{16.}$

Der Festigkeitsmodulus ist aber die Größe des Rißgewichtes in Verhältniß zu einer zum Grunde gelegten Querschnittseinheit. Ist nun das Rißgewicht, welches dem geprüften thierischen Theil entspricht, r, so haben wir für den Festigkeitsmodulus f, der auf eine gebrauchte Gewichtseinheit und eine Quadrateinheit Querschnitt, in der b und d ihren Längeneinheiten nach ausgedrückt sind, kommt, den Werth

$$f = \frac{16.\, r}{(b+d)^2 \pi} = 5{,}093 \, \frac{r}{(b+d)^2} \text{ oder genauer}$$

$$\text{I. } \log. f = 0{,}7069701 + \log. r - 2 \log. (b+d).$$

Wird aber $b = d$, so hat man

$$\text{II. } \log. f = 0{,}1049101 + \log. r - 2 \log. b.$$

Man gebraucht am bequemsten den Quadratmillimeter als Flächeninhalt und das Kilogramm als Gewichtswerth, weil man so kleine übersichtliche Zahlen für die Festigkeitsmoduli erhält. Die deutschen und englischen Mechaniker dagegen wählen größtentheils die in ihren Ländern gangbaren Quadratzolle und Pfunde.

Haben wir eine Reihe von Körpern, deren Moduli f, f', f'' und s. f. sind, so legt man den größten oder den kleinsten zu gegenseitigem Vergleiche zu Grunde.

Die folgende Tabelle enthält die Grundwerthe einer Versuchsreihe, die ich mit Otz und Henzi an der acht Tage alten Leiche einer 41jährigen Frau angestellt habe. Die gefundenen absoluten Festigkeitsmoduli können nicht vollkommen richtig sein, da die Theile schon durch die Wirkung der Fäulniß gelitten haben mußten. Dagegen gelten die proportionellen Moduli, wenn man voraussetzt, daß der erwähnte Nebenumstand das Hauptresultat nicht wesentlich ändert. Eine grüne seidene Schnur wurde noch zum Vergleiche geprüft.

No.	Theil.	In Millimeter ausgedrückt			Gefundenes Rißgewicht in Kilogrammen $= r$.	Festigkeitsmodulus $= f$.		
		Länge.	Breite $= b$.	Dicke $= d$.		absoluter.	proportioneller. Der absolute des Muskels = 1.	
1	Stück des Schneidermuskels	36,0	11,1	3,6	5,5	0,1296	1,00	
2	Schenkelvene	180	7,2	0,8	4,5	0,3581	2,76	
3	Ast des inneren Hautnerven des Oberschenkels	240	1,2	1,2	0,9125	0,8068	6,22	Mittel = 8,02
4	Mittlerer Hautnerve des Oberschenkels	180	1,2	1,2	1,4375	1,2710	9,81	
5	Sehne des Palmaris	123	3,3	3,0	11,5	1,476	11,38	Mittel = 14,42
6	Sehne des Plantaris	201,6	3,6	0,9	9	2,264	17,46	
7	Grünseidene Schnur	288	3,51 [1])		42,5	4,413	34,04	

Während diese Versuche mit dem Fig. 6. abgebildeten Apparate angestellt wurden, gebrauchte ich die Vorrichtung Fig. 5. zu den noch folgenden Beobachtungen.

[1]) Mittel aus 6 Durchmesserbestimmungen.

Nro.	Theil	In Millimeter ausgedrückte ursprüngliche Länge.	mittlere Dicke [1]) b Nro. II.	Rißgewicht in Kilogrammen = r.	Festigkeitsmodulus = f.
1	Ein Kopfhaar von mir	80	0,085	0,056	9,87
2	Zusammengesetzter Faden gelber roher Seide	234	0,040	0,036	28,65
3	Desgl.	255	0,044	0,044	28,94
4	Desgl.	280	0,044	0,032	26,56
				Mittel =	28,05

Nimmt man zum Vergleich die an dünnen Eisendrähten von Dufour angestellten Versuche, so erhält man in den Beobachtungen, welche die geringsten Durchmesser betreffen:

Nro.	Eisendrath: Durchmesser in Millimetern.	Rißgewicht in Kilogrammen	Festigkeitsmodulus.
1	0,85	48	84,59
2	0,85	38,5	67,85
		Mittel =	76,22

Für Kupferdrath ist f = 27,46 und für Bleidrath f = 2,69. Reducirt man die Angaben von Baumgartner [2]) auf die obigen Maaß- und Gewichtseinheiten, so erhält man für einzöllige Hanfseile f = 1,016. Gebraucht man dagegen den Werth, den Weißbach [3]) für Stricke, die weniger als 1 Zoll dick sind, in seiner Uebersichtstabelle anführt, und berechnet selbst f nach der Decimaltheilung des Fußes, so ist f = 5,44.

Nr. 6. Seite 40.

Grundwerthe der Verlängerung meines Kopfhaares bei verschiedenen Belastungen.

Die mittlere Breite desselben betrug 0,108 und die durchschnittliche Dicke 0,062 Mm.; seine ursprüngliche Länge 80 Mm. und das Gewicht, bei dem es riß, 56 Grm. Es ergab sich aber für die Dehnungen:

---

[1]) Da das menschliche Haar breiter als dick ist, so wurden diese beiden Dimensionen unter dem Mikroskope mit dem Schraubenmikrometer besonders gemessen. Die obige Zahl stellt das Mittel aus 6 Bestimmungen beider dar. Die durchschnittliche Breite betrug 0,108 Mm., die mittlere Dicke 0,062 Mm. Die rohen Seidenfäden enthielten, wie das Mikroskop zeigte, 6 — 10 einzelne feinere Fäden — ein Umstand, der sich aus dem Zusammenspinnen der Coconfäden nach dem Kochen erklärt. Jede angegebene Breite ist das Mittel aus 5 Mikrometerbestimmungen der Stellen, wo das Ganze einen dicken Faden ausmachte.

[2]) Baumgärtner, Mechanik. S. 207. Vgl. Eytelwein, Handbuch der Statik fester Körper. Bd. II. Berlin, 1832. 8. S. 210.

[3]) J. W. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Bd. I. Braunschweig, 1845. 8. S. 197.

Belastung in Grm.	Länge in Millimetern.		Verhältnißmäßiger Werth		
	während des Zuges.	nach dem Aufhören des Zuges.	der Verlängerung. belastet.	der Verlängerung. unbelastet.	der Belastung zu dem Rißgewicht.
39	90	88	0,125	0,100	0,7
49	95	93	0,188	0,163	0,875

Nr. 7. Seite 52.

Berechnung des Durchmessers eines Haarröhrchens aus dem Gewichte der Quecksilberfüllung.

Nennen wir die gemessene Länge des freien Theiles des Röhrchens l, das Gewicht in lufterfülltem Zustande b und das der Quecksilberfüllung a, das specifische Gewicht des Quecksilbers g und den gesuchten Durchmesser d, so haben wir, wenn a und b in Grammen und l und d in Centimetern ausgedrückt worden sind,

$$d = \sqrt{\frac{4.(a-b.)}{g.\ l.\ \pi.}}$$

oder, da $g = 13,598$,

$$d = \sqrt{\frac{0,09363\,(a-b.)}{l}}$$

$$\log.\ d = 0,4857175 - 1 + \tfrac{1}{2}\log.\ (a-b.) - \tfrac{1}{2}\log.\ l.$$

Die Einflüsse der Temperatur und der bei der Tarawägung in dem Röhrchen eingeschlossenen Luft sind in dieser Bestimmung außer Acht gelassen, weil sie hier in die Grenzen der Beobachtungsfehler fallen. Will man diese Correctionen berücksichtigen, so hat man einen ähnlichen Gang zu verfolgen, wie in Nr. 68. für die Berechnung des Rauminhaltes der Abzugsflaschen bei eudiometrischen Untersuchungen angegeben worden ist. Nur muß natürlich das specifische Gewicht und die Wärmeausdehnung des Quecksilbers eingetragen werden.

Nr. 8. Seite 53.

Ausflußmengen dünner Glasröhren, die eine gewisse mit ihrem Durchmesser in Beziehung stehende Länge überschreiten.

Ist h die Druckhöhe, welche das Wasser treibt und zwar in Quecksilber, auf 0° C. reducirt, bestimmt, l die Länge, d der Durchmesser, k ein von der Temperatur des Wassers abhängiger Coefficient und q die Ausflußmenge für eine bestimmte Zeit, so hat man nach Poiseuille

$$q = \frac{k\,h}{l}.\ d.^4$$

Wechselt nur die Wärme zwischen 0° und 45° C., so läßt sich, wenn t den Wärmegrad bezeichnet, als empirische Formel nach Poiseuille annehmen:

$$q = 1836,724\ (1 + 0,0336793\ t + 0,0002209936\ t^2)\ \frac{h}{l}.\ d.^4$$

Nr. 9. Seite 54. 56 und 504.

Geschwindigkeitsverhältnisse des Wasserdurchflusses durch weitere oder engere Glasröhren.

Ein Hauptwerth, der in allen Geschwindigkeitsbestimmungen der Mechanik wiederkehrt, ist die durch die Schwerkraft bedingte Beschleunigung des senkrechten Falles eines Körpers im luftleeren Raume. Man bezeichnet ihn mit g; er beträgt für Paris, wo die Länge des Secundenpendels = 0,99384 Meter ist, 9,8087 Meter = 0,99384 π^2. Man kann diesen Werth in allen mechanischen Aufgaben ohne erheblichen Fehler eintragen. Da er aber von der Länge des Secundenpendels, mithin von der geographischen Breite des Beobachtungsortes und der Höhe über dem Meeresspiegel abhängt, so müßte man streng genommen diese für Paris gültige Zahl nach den einzelnen Orten verbessern [1]. Die Unterschiede sind jedoch für die gemäßigten Zonen und Höhen so gering, daß man jede Correction in den gewöhnlichen Fällen außer Acht lassen kann.

Fließt Wasser aus der Oeffnung eines Behälters unter einer Druckhöhe h ab, so ist seine Ausflußgeschwindigkeit v, wenn man von der Zuflußschnelligkeit und allen Nebenwiderständen absieht,

$$v = \sqrt{2gh} \text{ und daher } h = \frac{v^2}{2g}. \quad \text{(Vergl. Nr. 21.)}$$

Geht es dagegen durch eine Röhre, so wird ein Theil seiner ursprünglichen Druckhöhe durch die Widerstände, die sich dann finden, aufgezehrt. Nennen wir den Theil derselben, der hierdurch verloren wird, m, so muß sich die Geschwindigkeit des Wassers an der Ausflußmündung einer horizontalen Röhre so darstellen, als sei die Druckhöhe $h-m$. Die Größe m wächst in geradem Verhältnisse der Länge, in umgekehrtem des Durchmessers und wie das Quadrat der Geschwindigkeit, oder da die letztere mit den Quadratwurzeln der Druckhöhen in Proportion steht, wie diese Druckhöhe selbst.

Die Widerstände, welche die innere Oberfläche einer Röhre der durchfließenden Flüssigkeit entgegensetzt, sind zweierlei Art, einerseits die Adhäsion der Flüssigkeitstheilchen an die Wand und anderseits die Wirkungen der Rauhigkeiten der letzteren. Es müssen daher diese beiden Momente zwei verschiedene Verzögerungscoefficienten veranlassen. Man drückt nach Coulomb die erstere Größe durch av und die letztere durch bv^2 aus. $av+bv^2$ ist daher der durch den Versuch zu bestimmende Factor der Verzögerungskraft. Nennen wir aber die Länge der Röhre l und ihren Durchmesser d, so wird die Verzögerung, die von ihrer Innenfläche abhängt, als der Ausdruck $\pi d l (av+bv^2) = w$ eingetragen werden können (vgl. Nr. 23.).

Der Beschleunigungsmoment b einer Flüssigkeit, die durch eine horizontale Röhre fließt, ist

$$b = g.\ h.\ \frac{d^2\pi}{4} = g.\ h.\ l.\ \frac{d.^2\pi}{4\,l}.$$

Soll sie nun an der Endöffnung der Röhre gleichförmig abfließen, so muß $b = w$ werden oder

$$g.\ h.\ l.\ \frac{d^2\pi}{4\,l} = \pi.\ d.\ l.\ (av+bv^2.).$$

Die Versuche von Girard [2] lehrten aber, daß, wenn die Röhre ein gewisses Verhältniß der Länge zu ihrem Durchmesser erreicht, der Werth $\frac{g\,h\,d}{l\,v}$ beständig wird. Die-

---

[1]) Die Anleitung hierzu s. z. B. in J. F. D'Aubuisson de Voisins Handbuch der Hydraulik. Deutsch bearbeitet und mit einigen Zusätzen versehen von G. Th. Fischer. Leipzig, 1835. 8. S. 5.

[2]) Mémoires de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut de France. Année 1813, 1814, 1815. Paris, 1818. 4. p. 306 — 310.

fes wird nur möglich, wenn $b = o$ ist. Der Fall tritt in engen Röhren bei kürzerer Länge, als in weiteren ein. Wir haben also dann

$$g.\ h\ \ l. \frac{d^2 \pi}{4 l} = \pi.\ d.\ l.\ a.\ v. \text{ und}$$

$$\text{I. } v = g. \frac{h d}{4. a. l.}$$

Das Verzögerungsmoment hängt dann allein von der Adhäsion der Flüssigkeit an der Innenfläche der Röhrenwand und nicht zugleich von den Unebenheiten von dieser ab.

Die Ausflußmenge q der Flüssigkeit wird von dem Querschnitt der Mündung s und der hier Statt findenden Ausflußgeschwindigkeit v bestimmt. Es ist mithin für eine gegebene Zeiteinheit $q = v.\ s$ und $v = \frac{q}{s}$ oder für den Durchmesser d,

$$v = \frac{4 q}{d^2 \pi.}$$

Nun war nach Poiseuille's Versuchen (Nr. 8.)

$$q = \frac{k. h. d^4}{l}.$$

Lassen wir den Wärmecoefficienten k bei Seite, so haben wir

$$\text{II. } v = \frac{4. h. d^2}{l \pi.}$$

Man sieht leicht, daß hier ein Unterschied zwischen der theoretischen Formel Nr. I. und der gefundenen Nr. II. Statt findet. Denn während in beiden h und l als einfache Factoren vorkommen, tritt d in Nr. I. als einfacher und in Nr. II. als quadratischer Werth auf.

Die Abweichung liegt wahrscheinlich, wie die Commissaire der Pariser Akademie bemerkten, in einer Voraussetzung, welche die theoretische Formel zum Grunde legt. Sie nimmt nämlich an, daß alle Punkte des Durchschnittes der Flüssigkeit die gleiche Geschwindigkeit haben. Benetzt sie aber die Wandung, so müssen die peripherischen Theile langsamer dahingehen, als die centralen. Dieser Umstand wird in umgekehrtem Verhältnisse der Querschnitte oder der Quadrate der Durchmesser wachsen, weil dann die gleichsam befreite Flüssigkeitsschicht immer mehr verkleinert wird.

Einige vorläufige von Poiseuille mit Quecksilber angestellte Versuche lehrten auch, daß in diesem Falle, wo die Benetzung größtentheils aufgehoben ist, die Einflüsse der Verdünnung der Röhre den einfachen Proportionen der Durchmesser näher stehen, als den quadratischen.

Nr. 10. Seite 67.

Versuche über den Einfluß der Schwefelsäure und des Schwefelwasserstoffes auf die Diffusion von Wasser und Kochsalzlösung.

Der Apparat A enthielt im Anfange 1,544 Grm. Kochsalzlösung von 5,68 % festen Rückstandes als innere und 7,630 Grm. destillirtes Wasser als äußere Flüssigkeit; B. 1,565 Grm. Salzlösung und 7,720 Grm. destillirtes Wasser, dem noch 0,316 Grm. Schwefelsäure von 1,6 spec. Gewicht zugefügt wurden, so daß das Ganze 8,036 Grm. betrug; C endlich 1,633 Grm. Salzlösung und 7,666 Grm. Wasser, durch welches unmittelbar vorher ein Strom von Schwefelwasserstoff 1½ Stunden gestrichen war und das sich noch nicht milchig getrübt hatte. Die Fällung einer Probe durch essigsaueres Blei ergab, daß es dem Gewichte nach 0,042 % und dem Volumen gemäß 64,8 % Schwefelwasserstoff enthielt. Denn 22,457 Grm. Flüssigkeit lieferten 0,066 Grm. Schwefelblei.

I. Steighöhen der Kochsalzlösung.

In Millimetern.

A.		B.		C.	
Zeit in Minuten.	Steighöhe.	Zeit in Minuten.	Steighöhe.	Zeit in Minuten.	Steighöhe.
97	2	89	2	14	1
1026	9,5	1024	13	943	15
1363	10	1354	13½	1338	17
2670	11	2660	17	2648	24
4008	10½	4000	18½	3981	27½
		5440	19½	5420	29
		7116	20	7100	30

II. Gewichtsverhältnisse der inneren und der äußeren Lösung vor und nach der Diffusion.

	A.			B.			C.		
	Flüssigkeit in Grm.		Verhältniß von a zu b.	Flüssigkeit in Grm.		Verhältniß von a zu b.	Flüssigkeit in Grm.		Verhältniß von a zu b.
	innere $= a$.	äußere $= b$.		innere $= a$.	äußere $= b$.		innere $= a$.	äußere $= b$.	
Vor der Diffusion	1,544	7,630	1 : 4,94	1,565	8,036	1 : 5,14	1,633	7,666	1 : 4,70
Nach der Diffusion	1,664	7,490	1 : 4,50	1,858	7,743	1 : 4,17	2,066	7,233	1 : 3,50

Der Durchmesser der inneren Röhre betrug 5 Millimeter und die Höhe bis zum Feilstriche 100 Millimeter. Die Endwägungen wurden nach den in Nr. I. zuletzt erwähnten Zeitbestimmungen vorgenommen.

Nr. 11. Seite 29 und 68.

Reduction der Grade des Beaumé'schen und Cartier'schen Aräometers auf Ausdrücke des specifischen Gewichtes, das des Wassers = 1, bei 12°5 C. der Flüssigkeit.

Nennt man die Grade des Instrumentes g und die gesuchte Eigenschwere s, so hat man [1]) für das Aräometer von Beaumé

$$s = \frac{121,572.}{121,572 - 0,842\, g}.$$

und für das von Cartier

$$s = \frac{21,5437.}{0,164\, g + 29,9037.}$$

[1]) Siehe die Grundformel von Marozeau in G. Th. Fechner, Repertorium der Experimentalphysik. Bd. I. Leipzig, 1832. 8. S. 224.

Nr. 12. Seite 68.

Vergleichende Versuche über die Diffusion von Kochsalzlösung und Wasser durch die nach verschiedenen Seiten gerichtete Froschhaut.

Die Häute, welche zu diesen Versuchen dienten, wurden immer von dem Oberschenkel unmittelbar vorher getödteter Frösche genommen. Man bezeichnet der Kürze wegen mit dem Ausdruck Strom von innen nach außen den Fall, in welchem die Innenfläche der Haut gegen die äußere verdünntere Lösung, und mit dem Strom von außen nach innen, wo sie mit ihrer Außenfläche gegen jene gerichtet war.

Erste Beobachtungsreihe.

Als innere Flüssigkeit diente eine Kochsalzlösung, die 20,10 %, als äußere eine solche, die 5,36 % vorher auskrystallisirten und getrockneten Kochsalzes enthielt. Temperatur 10 bis 14° C.

I. Steighöhen der inneren Flüssigkeit. In Millimetern.

Strom von innen nach außen.				Strom von außen nach innen.			
Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.
17	18	95,25	61	16,75	17,25	95	34,5
41	36	112	66	40,75	29	111,75	33
45,75	38	117,25	67	45,5	30		
47,5	40	136,75	70	47,25	30,75		
65	48	143,75	72	64,75	33		
71,5	52	161	75	71,25	34		
88,25	58	185	75	88	34,5		
93	59,3	189	75	92,75	34,5		

II. Gewichtsverhältnisse der inneren und der äußeren Flüssigkeit vor und nach der Diffusion.

	Stromesrichtung						Verhältniß von	
	von innen nach außen.			von außen nach innen.				
	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a:b$.	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a:b$.		
	der inneren Lösung $= a$.	der äußeren Lösung $= b$.		der inneren Lösung $= a'$.	der äußeren Lösung $= b'$.		$a:a'$.	$b:b'$.
Vor der Diffusion	0,650	9,045	1 : 13,92	0,665	8,195	1 : 12,32	1 : 0,97	1 : 0,91
Nach der Diffusion	1,069	8,626	1 : 8,07	0,841	8,019	1 : 9,54	1 : 0,79	1 : 0,93

Es verhält sich aber 13,92 : 8,07 = 12,32 : 7,15. Der Unterschied des berechneten und des gefundenen Werthes beträgt also 2,39. Es hatte also die Innenseite der Froschhaut die Strömung der dünneren Flüssigkeit nach der dichteren ungefähr um $^1/_5$—$^1/_6$ mehr verstärkt, als die Außenfläche.

Zweite Beobachtungsreihe.

Als innere Flüssigkeit Kochsalzlösung mit 20,10 % festen Rückstandes, als äußere destillirtes Wasser. Temperatur 12°5 bis 14°5 C.

I. Steighöhe der inneren Flüssigkeit.
In Millimetern.

Strom von innen nach außen.				Strom von außen nach innen.			
Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.
18	17	96	57	17,5	11	95,5	35
22,75	30,75	114,5	60	22,25	15	114	36,5
42,5	35,5	120	60	42	22,5	119,5	36,5
49,25	41	138,5	59,3	48,75	25,5	138	37
66,5	48			66	30		
90,5	55			90	34,5		

II. Gewichtsverhältnisse der inneren und der äußeren Flüssigkeit vor und nach der Diffusion.

	Stromesrichtung							
	von innen nach außen.			von außen nach innen.			Verhältniß von	
	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a : b$.	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a : b$.		
	der inneren Lösung $= a$.	der äußeren Lösung $= b$.		der inneren Lösung $= a'$.	der äußeren Lösung $= b'$.		$a : a'$.	$b : b'$.
Vor der Diffusion	0,405	11,177	1 : 27,60	0,353	9,678	1 : 27,42	1 : 0,87	1 : 0,87
Nach der Diffusion	0,817	10,765	1 : 13,18	0,557	9,474	1 : 17,01	1 : 0,68	1 : 0,88

Es verhält sich 27,60 : 13,18 = 27,42 : 13,09. Also Differenz 3,92. Die Innenhaut begünstigte also hier die Strömung der dünneren nach der dichteren Flüssigkeit um ungefähr $^3/_{10}$ mehr, als die Außenfläche.

Dritte Beobachtungsreihe.

Als innere Flüssigkeit Kochsalzlösung, die 12,58 % fester Stoffe führte, als äußere destillirtes Wasser. Temperatur 10,°5 bis 16° C.

I. Steighöhe der inneren Flüssigkeit.
In Millimetern.

Strom von innen nach außen.				Strom von außen nach innen.			
Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.	Zeit in Stunden.	Steighöhe.
23,5	10	138	33,5	21,75	8	136,25	17,5
43,25	15	162	37	41,5	11,5	—	—
67	20,5	168,5	38	65,25	14,5	—	—
74	22	185,75	39,3	72,25	15,5	—	—
91	26	209,75	41,75	89,25	17	—	—
95,5	27	233,75	43,5	93,75	17	—	—
113,5	30	258,25	45 3	111,75	18	—	—
119	31	—	—	117,25	18	—	—

II. Gewichtsverhältnisse der inneren und der äußeren Flüssigkeit vor und nach der Diffusion.

	Stromesrichtung						Verhältniß von	
	von innen nach außen.			von außen nach innen.				
	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a : b$.	Absolutes Gewicht in Grm.		Verhältniß von $a' : b'$.		
	der inneren Lösung $= a$.	der äußeren Lösung $= b$.		der inneren Lösung $= a'$.	der äußeren Lösung $= b'$.		$a : a'$.	$b : b'$.
Vor der Diffusion	0,577	10,635	1 : 18,43	0,524	9,371	1 : 17,88	1 : 0,91	1 : 0,88
Nach der Diffusion	0,897	10,315	1 : 11,50	0,629	9,266	1 : 14,73	1 : 0,70	1 : 0,90

Wir haben aber 18,43 : 11,50 = 17,88 : 11,16. Mithin Differenz 3,57. Die Innenhaut begünstigte also die Strömung der dünneren Flüssigkeit zur dichteren um $^3/_{10}$ bis $^4/_{10}$ mehr, als die Außenfläche.

Nr. 13. Seite 71.

Bestimmung der hydrostatischen Druckgröße, welche eine in dem längeren Stücke einer zweischenkeligen ungleichförmigen Röhre aufgeschichtete Flüssigkeit auf die Verschließungsfläche des kürzeren Schenkels bei senkrechter Stellung des Ganzen ausübt, aus dem Gewichte der Flüssigkeiten.

Nennen wir das Gewicht der Flüssigkeit, welche bis zu derselben Höhe des längeren Schenkels, wie die Oeffnung des kürzeren, reicht, g und das Gesammtgewicht der thätigen Flüssigkeit g', so haben wir für die drückende Säule $g' - g$. Sind nun g und g' in

Grm. und der Durchmesser d in Centimetern gegeben, so haben wir, wenn s das specifische Gewicht der Flüssigkeit bezeichnet, für die drückende Wassersäule $\frac{d^2 \pi h.}{4} = \frac{g' - g.}{s}$ und daher für die Wasserdruckhöhe h in Centimetern

$$h = \frac{4. (g' - g)}{d^2 \pi s.} = \frac{1{,}2733 \; (g' - g)}{d^2. s.}$$

Für Quecksilber ist $s' = 13{,}598$. Daher die Quecksilber-Druckhöhe h'

$$h' = \frac{0{,}093635 \; (g' - g)}{d^2 s} \text{ und}$$

$$\log. h' = 0{,}9714351 - 2 + \log. (g' - g) - (2 \log. d + \log. s.)$$

Nr. 14. Seite 78.

Theoretischer Ausdruck für die Absorption eines Gasgemenges durch eine Flüssigkeit, die im Verhältniß zu der wirksamen Luftart ein so kleines Volumen hat, daß hierdurch das Druckverhältniß der beiden Gase durch die Absorption selbst nicht gestört wird.

Da die Dalton'sche Theorie auf dem §. 154. angeführten Gesetz von Henry fußt, so können alle Bestimmungen der Art nur dann gelten, wenn nicht die Beschaffenheit der Gase selbst eine Ausnahme von der Grundnorm bedingt. Jenes Theorem setzt aber voraus, daß ein Gas für ein zweites, das sich neben ihm in dem gleichen Raume befindet, wie eine Luftleere wirkt und sich zwischen den Atomen vor diesem verbreitet, ohne von ihm irgend einen Druck im Zustande der Ruhe und des Gleichgewichtes zu erleiden, und umgekehrt.

Gesetzt nun, die Luftart, welche der Absorption ausgesetzt ist, bestehe aus der der Gasmischung p, p' und p'', so wird der gesammte von ihnen bei einem Druck b eingenommene Raum $p + p' + p''$ sein. Denken wir uns, p wäre allein vorhanden, so würde es einen Druck von p darbieten. Da es nun aber in dem Volumen $p + p' + p''$ vertheilt, mit so viel verdünnt ist, als $p + p' + p'' > p$, so wird sein Einzeldruck $d = \frac{p}{p + p' + p''}$ sein. Wir haben auf gleiche Weise $d' = \frac{p'}{p + p' + p''}$ und $d'' = \frac{p''}{p + p' + p''}$.

Nach Henry absorbirt nun 1 Vol. einer Flüssigkeit das gleiche Volumen eines Gases unter jedem Drucke. Nennen wir aber die Absorptionsgrößen, welche sich für die drei Bestandtheile der Gasmischung in dieser Hinsicht ergeben a, a' und a'', so haben wir für die Absorptionsvolumina $v = a . \frac{p}{p + p' + p''}$, $v' = a' \frac{p'}{p + p' + p''}$ und $v'' = a'' \frac{p''}{p + p' + p''}$. Es versteht sich von selbst, daß diese Ausdrücke nur dann gelten, wenn die Temperatur und der Druck am Ende der Absorption dieselben sind, wie im Anfange. Das Letztere ist bloß dann möglich, wenn die verschluckten Volumina in Verhältniß zu dem wirkenden Luftvolumen verschwinden.

Abstrahiren wir von dem Wassergehalt der Atmosphäre, so haben wir in ihr den Mittelwerthen nach Sauerstoff $= p = 20{,}815\%$, Stickstoff $= p' = 79{,}135$ und Kohlensäure $= p'' = 0{,}050$. Ist aber f destillirtes Wasser, so wird nach §. 153. bei 18° C. $a = 0{,}065$, $a' = 0{,}042$ und $a'' = 1{,}06$. 1 Vol. dieses Wassers muß daher 0,01353 O, 0,03324 N und 0,00053 $\ddot{C}$, mithin im Ganzen 0,04730 aufnehmen. Saussure fand 0,05. Die absorbirte Luft würde hiernach der Theorie gemäß 28,61% O, 70,27% N und 1,12% $\ddot{C}$ enthalten.

Nr. 15. Seite 79 und 80.

Theoretische Bestimmung der Ausflußgeschwindigkeit eines Gases in den leeren Raum und Herleitung des Graham'schen Diffusionsgesetzes aus dem Theorem von Dalton.

Nehmen wir an, der in atmosphärischen Einheiten gegebene Druck, unter dem das Gas steht, sei $= b$ und der Raum, in den es strömen soll, vollkommen luftleer, die Dichtigkeit des Ersteren $= d$, so wird $\frac{b}{d}$ die Druckhöhe des Gases in Einheiten des strömenden Gases ausdrücken. Läßt man aber die Widerstände außer Acht, so hat man dieselbe Geschwindigkeitsformel für elastische, wie für tropfbare Flüssigkeiten (Nr. 9.). Daher

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \cdot \frac{b}{d}}.$$

Für ein zweites Gas von der Dichtigkeit d' und dem gleichen Drucke b hätten wir $v' = \sqrt{2g \cdot \frac{b}{d'}}$. Hieraus folgt dann

$$v : v' = \sqrt{d'} : \sqrt{d}.$$

D. h. die Geschwindigkeiten und die Ausflußmengen zweier Gase, die unter gleichem Drucke in den luftleeren Raum übergehen, verhalten sich umgekehrt, wie die Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeiten.

Stehen aber zwei Gase, die sich unter demselben Drucke befinden, durch eine poröse Scheidewand oder sonst in Verbindung, so verhalten sie sich zu einander, nach Dalton's Theorem (Nr. 14.), wie gegenseitig leere Räume. Das eine Gas verbreitet sich in dem anderen, wie in einem luftleeren Spatium. Sie müssen sich daher ebenfalls im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeit, d. h. nach dem Graham'schen Diffusionsgesetz austauschen, sobald sie nicht chemisch aufeinander wirken. [1])

Hätten aber beide Gase ungleiche Druckwerthe b und b', so erhielten wir

$$v : v' = \sqrt{b\,d'} : \sqrt{b'\,d}.$$

Tritt ein Gas mit der atmosphärischen Luft in Wechselwirkung, so wird $d' = 1$, mithin $v : v' = 1 : \sqrt{d}$. Die verhältnißmäßige Austauschmenge des Gases für 1 Volumen Luft $\frac{v}{v'}$, wäre daher dann $= \sqrt{\frac{1}{d}}$.

Ist das eine Gas von einer Flüssigkeit verschluckt und das andere frei und stehen Fluidum und Luft in unmittelbarer Berührung oder werden sie nur durch eine poröse Scheidewand von einander geschieden, so können hierdurch die Diffusionsverhältnisse nach Dalton's Theorem keine Veränderung erleiden, so lange der Druck an allen Punkten einer oder der beiden Massen der gleiche ist. Denn denkt man selbst, daß der Eintritt des absorbirten Gases in die Flüssigkeit einen Correctionscoefficienten φ der Geschwindigkeit bedingt, so wird sich dieser, wenn die gesammte Veränderung keine Molecularanziehung erzeugt, für den Austritt des auszuscheidenden Gases wiederholen. Wir hätten daher für einen allseitig gleichen Druck $v : v' = \varphi\sqrt{d'} : \varphi\sqrt{d} = \sqrt{d'} : \sqrt{d}$ und eben so für den ungleichen die Wiederholung der früher hierfür angegebenen Formel.

Nennen wir a das Volumen, welches die Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur absorbirt, so wird hiernach die Menge des ausgeschiedenen Gases a' für gleiche Druckgrößen $a' = a \cdot \frac{d_2}{d'_2}$ und für ungleiche $a' = a \cdot \frac{b'_2\, d_2}{b_2\, d'_2}$.

---

[1]) Ueber die Erfahrungen von Graham, welche das Ausströmen von Gasen in den leeren Raum betreffen, s. Thomson, in Poggendorff's Annalen. Bd. XXXIV. Leipzig, 1835. 8. S. 628—636.

Nr. 16. Seite 81 und 91.

Berechnung des absoluten Luftdruckes, den ein Quadratcentimeter Oberfläche bei einem bestimmten Barometerstande auszuhalten hat.

Denkt man sich die Luft vollkommen trocken, so sei b der auf 0° C. reducirte Barometerstand, in Centimetern Quecksilber ausgedrückt. Ist nun s das specifische Gewicht des Quecksilbers bei 0° C., so haben wir bei 0° C. als drückende Wassersäule von 1 Quadratcentimeter Fläche $b\,s$. Nun erlangt das Wasser seine größte Dichtigkeit bei + 4° C. und zieht sich von 0° bis zu 4° C. um 0,00010824 zusammen. Es wird mithin die Wassersäule bei 4° C. $0,99989176 \,.\, b \,.\, s$. Cubikcentimeter betragen und eben so viele Grammen wiegen, weil bei 4° C. 1 C. C. Wasser 1 Grm. Gewicht entspricht. Da nun für Quecksilber $s = 13,598$ ist, so erhalten wir für den in Grm. ausgedrückten Druck, G, der ein Quadratcentimeter Oberfläche trifft

$$G = 13,5965 \,.\, b \text{ und}$$
$$\log. G = 1,1334279 + \log. b.$$

Die Druckgröße d in Grm. ist daher für eine in p Centimeter gegebene Oberfläche:

$$d = 13,5965. \; b. \; p. \text{ und}$$
$$\log. b = 0,8665721 - 2 + \log. d - \log. p \text{ und}$$
$$\log. p = 0,8665721 - 2 + \log. d - \log. b.$$

Ein Schenkelgewicht von 11,5 Kilogr. überschreitet das gewöhnliche Mittel um mehr, als ⅓. Wir wollen daher auch zur Grundlage die Beckenpfanne des Skelettes eines großen und starken Mannes wählen. Der mittlere Durchmesser der Knochenbegrenzungen derselben glich 48 Mm. Ziehen wir die Knorpelüberzüge ab, so können wir als Minimalwerth des Halbmessers der kreisförmigen Druckfläche $m = 2,06$ Centimeter setzen. Das Druckgewicht d wird dann 13,78 Kilogr. sein. Sollte das Bein bei 760 Mm. äquilibrirt werden, so müßte der Durchmesser der Querebene auf 37,6 und der der Knochenbegrenzungen des Hüftgelenkes auf 44 Mm. sinken. Würde $b = 63,5$ Centimeter, so wäre das Gleichgewicht erreicht. Ein Barometerstand von 433,12 Mm. könnte erst 11,5 Kilogr. entlasten, wenn die Druckfläche einen Halbmesser von 24,93 Mm. hätte, oder der mittlere Durchmesser der trockenen Beckenpfanne auf 57 Mm. stiege.

Die Grundwerthe sind hier zu Gunsten der Aequilibrirung und zwar das Gewicht des Beines so groß und der Durchmesser der frischen Gelenkstücke so klein, als möglich angenommen worden. Sicherere Erfahrungsbestimmungen der Art finden sich dagegen Bd. II. Anhang Nr. 103.

Nr. 17. Seite 93 und 534.

Reduction der Volumina von Luft, die mit Wasserdampf gesättigt sind, auf trockene Atmosphäre.

Ist der Druck, unter dem die trockene Luft steht, b, die Temperatur t und die Spannkraft des Wasserdunstes bei dieser Wärme s, so wird diese, sobald das Gas mit Wasserdampf gesättigt ist, dem Luftdrucke entgegenwirken. Das Volumen wird sich daher um so viel vergrößern, als betrüge der Barometerstand $b - s$. Nennen wir daher das trockene Volumen v und das Volumen, welches nach der Sättigung mit Wasserdampf vorhanden ist, v', so müssen sich beide nach dem Mariotte'schen Gesetz umgekehrt, wie die Druckkräfte, die auf ihnen lasten, verhalten. Mithin

$$v' : v = b : b - s \text{ und daher}$$
$$v' = v \,.\, \frac{b}{b - s} \text{ und } v = v' \,.\, \frac{b - s}{b}.$$

Sättigt sich derselbe Luftraum für eine Temperatur t' mit Wasserdunst und beträgt die Spannkraft s', so erhalten wir für das dann Statt findende Volumen v''

$$v'' = v \cdot \frac{b}{b - s'},$$ Hieraus folgt:

$$v'' : v' = b - s : b - s'.$$

D. h. sättigt sich ein und dasselbe Luftvolumen bei verschiedenen Temperaturen und gleichem Drucke mit verschiedenen Mengen von Wasserdampf, so verhalten sich die Volumina umgekehrt, wie die um die Spannkräfte verminderten Barometerstände.

Ist eine Luftmasse nicht vollkommen mit Wasserdunst gesättigt, so muß ihre Dampfmenge u der Sättigung bei einem niederen Temperaturgrade t^0 entsprechen. Ist aber die Spannkraft für t^0 gleich s'', so wird das Volumen $v''' = \frac{b}{b - s''}$ sein.

Nr. 18. Seite 93, 174 und 534.

Theoretische Vergleichung der Gewichtsmengen von Wasserdampf, welche das gleiche Volumen trockener Luft in verschiedenen Temperaturen im Zustande der Sättigung aufnimmt.

Setzt man nach Gay-Lussac voraus, daß sich die Dämpfe gleich den bleibenden Gasen ausdehnen und nennt den Ausdehnungscoefficienten für einen Grad α, die Temperatur aber t und t', so erhalten wir für die Wärmevolumina $1 + \alpha t$ und $1 + \alpha t'$. Bleibt das Volumen constant und sind die Spannkräfte bei t und $t' = s$ und s', so müssen sich die Dichtigkeiten d und d', wie die Spannkräfte der Dämpfe und umgekehrt, wie die Wärmevolumina verhalten. Also:

$$d : d' = s\,(1 + \alpha t') : s'\,(1 + \alpha t).$$ Mithin:

$$d = d' \cdot \frac{s}{s'} \cdot \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}$$ und

$$d' = d \cdot \frac{s'}{s} \cdot \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha t'}.$$

Nun verhalten sich auch die Wassergewichte g und g', die zur Sättigung nöthig sind, wie die Dichtigkeiten. Daher

$$g : g' = s\,.\,(1 + \alpha t') : s'\,(1 + \alpha t.)$$ und

$$\frac{g'}{g} = \frac{s'}{s} \cdot \frac{1 \pm \alpha t}{1 \pm \alpha t'}.$$

Ist die Luft nicht vollständig mit Wasserdampf gesättigt, sondern enthält sie nur den Bruchtheil $\frac{a}{g}$ der Sättigungsmenge g, so ergiebt sich:

$$\frac{g'\,g}{a} = \frac{s'}{s} \cdot \left(\frac{1 \pm \alpha t}{1 \pm \alpha t'}\right).$$

Alle diese Formeln sind nur in sofern vollkommen richtig, als das Mariottesche Gesetz gültig bleibt, der Ausdehnungscoefficient ein und derselbe für den Dampf und das Gas ist und sich bei t und t' nicht ändert. Diese Voraussetzungen, die schon in der Nähe des Kochpunktes und bei Drucken von weniger als einer oder von mehreren Atmosphären zu Abweichungen führen, können ohne Irrung den meisten physiologischen Berechnungen zum Grunde gelegt werden.

Nr. 19. Seite 94, 174, 543, 545, 552, 557 und 562.

Berechnung der Volumina der mit Wasserdampf gesättigten Luft aus dem Wassergewichte und des Wassergewichtes aus dem Volumen.

Der Wasserdampf hat bei 100° C. 760 Mm. Spannkraft. 1 C. C. trockener Luft wiegt bei 0° C. und 760 Mm. 0,001299075 Grm.; wird er von 0° bis 100° C. auf 1,3665 C. C. ausgedehnt, so beträgt dann 1 Grm. Luft $\frac{1{,}3665}{0{,}001299075} = 1051{,}9$ C. C.

Die Dichtigkeit des Wasserdampfes verhält sich dann nach Regnault zu der der Atmosphäre = 0,622 : 1. 1 Grm. Wasserdampf hat daher bei 760 Mm. und 100° C. ein Volumen, v, von $\frac{1051,9}{0,622} = 1691,2$ C.C. (log. = 3,2281849). Da aber die Dichtigkeit $d = \frac{1}{v}$ ist, so wird $d = 0,00059131$. (log. = 0,7718151 — 4).

Tragen wir diesen Werth in die Nr. 18 gegebene Formel von constantem Volumen, so erhalten wir:

$$d' = 0,00059131 \cdot \frac{s'}{760} \cdot \frac{1,3665}{1 \pm \alpha t'} \text{ und}$$

$$v' = \frac{760}{0,00059131 \times 1,3665} \cdot \frac{1 \pm \alpha t'}{s'}.$$

v' giebt also das constante Volumen von 1 Grm. Wasserdampf bei der Temperatur t' und 760 Mm. Barometer.

Nehmen wir aber an, der Barometerstand sei b und ein Gefäß, das überall geschlossen ist, habe gerade den Rauminhalt, daß es das Volumen v'' einnimmt, so wird $v'' = v' \cdot \frac{760}{b}$.

Der Dampf wird aber mit seiner Spannkraft s' auf die Wände des Gefäßes drücken. Wird nun das Gefäß geöffnet, so wird sich das Luftvolumen zu $v''' = v'' \frac{b}{b - s}$ ausdehnen. Wir erhalten daher $v''' = v' \cdot \frac{760}{b - s}$. Mithin

$$v''' = \frac{(760)^2}{0,00059131 \times 1,3665} \cdot \frac{(1 \pm \alpha t')}{s' (b - s')} \text{ oder}$$

$$\log. v''' = 8,8542025 + \log. (1 \pm \alpha t') - [\log. s' + \log. (b - s')].$$

Nennen wir das Volumen V, das einer bestimmten Gewichtsmenge M Wassers entspricht, so haben wir für das nicht eingeschlossene Gas.

$$\log. V = 8,8542025 + \log. M + \log. (1 \pm \alpha t') - [\log. s' + \log. (b - s')] \text{ und}$$
$$\log. M = \log. V + \log. s' + \log. (b - s') - [8,8542025 + \log. (1 \pm \alpha t')].$$

Nr. 20. Seite 92, 93, 94, 174 und 546.

Spannkräfte der Wasserdämpfe nach Regnault für diejenigen Temperaturen, welche bei physiologischen Bestimmungen am meisten gebraucht werden, in Millimetern.

t	s	t	s	t	s	t	s	t	s
— 30°	0,310	+ 20	17,391	+ 35	41,827	+ 42	61,055	+ 80	354,643
— 20	0,841	+ 25	23,550	+ 36	44,201	+ 43	64,346	+ 90	525,450
— 10	1,963	+ 30	31,548	+ 37	46,691	+ 44	67,790	+ 100	760
0	4,600	+ 31	33,406	+ 38	49,302	+ 45	71,391		
+ 5	6,534	+ 32	35,359	+ 39	52,039	+ 50	91,982		
+ 10	9,165	+ 33	37,411	+ 40	54,906	+ 60	148,791		
+ 15	12,699	+ 34	39,565	+ 41	57,910	+ 70	233,093		

Nr. 21. Seite 100.

Gegenseitige Bezeichnungen der Druckhöhen, der Ausflußgeschwindigkeit und der Ausflußmengen von Flüssigkeiten.

Eine Flüssigkeit, die aus der Oeffnung eines Behälters hervorströmt, fließt nach dem Toricelli'schen Theorem mit einer Geschwindigkeit, die der eines Körpers gleich ist, der von dem Höhenunterschiede des Wasserspiegels im Behälter und der Mitte der Ausflußöffnung oder der Druckhöhe herabfällt. Nennen wir nun diese letztere h, die Beschleunigung der Schwerkraft g und die Geschwindigkeit v, so haben wir

$$v = \sqrt{2 . g . h}.$$ und

für h' und v'

$$v' = \sqrt{2 g h'}.$$ Daher

$$v : v' = \sqrt{h} : \sqrt{h'}.$$

D. h. die Ausflußgeschwindigkeiten verhalten sich, wie die Quadratwurzeln der Druckhöhen.

Die Ausflußmenge q gleicht einer Flüssigkeitssäule, die v zur Höhe und den Querschnitt der Ausflußöffnung von dem Durchmesser d zur Grundfläche hat. Daher

$$q = \frac{d^2}{4} . \pi . \sqrt{2 g h} \text{ u. } q' = \frac{d'^2}{4} \pi \sqrt{2 g h'}.$$ Daher

$$q : q' = d^2 \sqrt{h} : d'^2 \sqrt{h'}.$$

D. h. die Ausflußmengen verhalten sich wie die Producte der Quadrate der Durchmesser in die Quadratwurzeln der Druckhöhen.

Sind zwei der drei Größen q, d und h bekannt, so läßt sich die dritte durch Rechnung finden. Tragen wir in die obigen Formeln für g den Werth 9,8087 Meter (Vgl. Nr. 9.) und für $\frac{\pi}{4}$ 0,785398 (log. = 0,8950899 — 1) ein, so erhalten wir

$$v = 4{,}429154 \sqrt{h} = 1{,}27324 . \frac{q}{d^2}.$$

$$h = 0{,}0509752 . v^2 = 0{,}0826378 . \frac{q^2}{d^4} \text{ und}$$

$$d = 1{,}12838 . \sqrt{\frac{q}{v}} = 0{,}53616 . \sqrt[4]{\frac{q^2}{h}}.$$

Die genaueren Logarithmen dieser Coefficienten sind:

log. 4,429154 = 0,6463207. log. 0,0826378 = 0,9171787 — 2.
log. 1,27324 = 0,1049101. log. 1,12838 = 0,0524550
log. 0,0509752 = 0,7073586 — 2. log. 0,53616 = 0,7292947 — 1.

Diese Formeln geben zugleich die gegenseitigen Verhältnisse von $v : v'$, $h : h'$ u. $d : d'$.

Die wirklichen Ausflußerscheinungen weichen der Nebenwiderstände wegen von diesen theoretischen Werthen ab. Bezeichnen wir den Coefficienten, welcher die Gesammtsumme der Nebenveränderungen rücksichtlich der Geschwindigkeit ausdrückt, mit φ, so haben wir $v = 4{,}429154\ \varphi \sqrt{h}$. Die übrigen Formeln sind dann demgemäß zu berechnen.

Nr. 22. Seite 101.

Reduction des Gewichtsdruckes und des hydrostatischen Manometerdruckes auf die Druckhöhe der ausströmenden Flüssigkeit.

1 Grm. Gewichtsdruck entspricht einer Druckhöhe von 1 Centimeter Wasser für 1 Quadratcentimeter Querschnitt. Ist nun die Größe des Gewichtsdruckes in Grm. = k und die Eigenschwere der Flüssigkeit im Verhältniß zum Wasser = s, so wird für 1 Quadratcentimeter Querschnitt $h = \frac{k}{s}$. Ist aber die gedrückte Oberfläche $\frac{d^2\pi}{4}$, so wird

$$h = 0{,}785398 . d^2 \ \frac{k}{s}.$$

Prüft man die Druckhöhe am Manometer und ist das spec. Gewicht der Manometerflüssigkeit $= s'$ und das des wirkenden Fluidum $= s$; so erhalten wir, wenn der Manometerwerth h' gleicht, $h = h' \frac{s'}{s}$. Daher für Quecksilber $h = 13{,}598 \cdot \frac{h'}{s}$ und für Wasser $h = \frac{h'}{s}$.

Nr. 23. Seite 102.

Formeln für die Widerstandshöhe und die wirkliche Druckhöhe von Flüssigkeiten, welche durch feste Röhren fließen.

Die Widerstände, welche die Innenfläche der Röhre dem Durchgange von Flüssigkeiten entgegensetzen, sind zweierlei Art, nämlich die der Adhäsion und der des Stoßes oder der Reibung. Die Flüssigkeit haftet an Wänden. Dieser Theil des Widerstandes wird mit der Oberfläche wachsen. Hat daher eine gleichförmig cylindrische Röhre den Durchmesser d und die Länge l, so beträgt die Oberfläche $d \cdot l \cdot \pi$. Ist nun der Coefficient dieser Art von Widerstand $= a$ und die Geschwindigkeit $= v$, so haben wir $a \cdot d \cdot l \cdot \pi \cdot v$.

Der Stoßwiderstand wird durch die Unebenheiten der Innenfläche erzeugt. Er ist dasselbe, was die Reibung bei festen Körpern. Die wirkende Oberfläche ist hier die gleiche, $d \cdot l \cdot \pi$. Allein die Geschwindigkeit wirkt hier in doppelter Hinsicht. Ist sie noch ein Mal so groß, so müssen die Flüssigkeitstheile in doppelt so großer Menge und in der halben Zeit losgerissen werden. Der Einfluß der Geschwindigkeit ist daher ein quadratischer. Nennen wir den Coefficienten b, so haben wir $b \cdot d \cdot l \cdot \pi \cdot v^2$. Es ergiebt sich daher für den Widerstand w

$$w = d \cdot l \cdot \pi \cdot (av + bv^2).$$

Fehlte dieser Widerstand, so müßte die Flüssigkeit am Ende der Röhre mit der vollen Geschwindigkeit v, die der ursprünglichen Druckhöhe w entspricht. ausfließen. Sie strömt aber des Röhrenwiderstandes wegen mit einer kleineren Geschwindigkeit v'' aus. Nennen wir die dieser wirklichen Geschwindigkeit v'' entsprechende Druckhöhe h', so haben wir nach Nr. 21. $h' = 0{,}0509752 \cdot v''^2$. Die Druckhöhe, welche durch den Widerstand der Röhrenwände w aufgezehrt wird, oder die Widerstandshöhe w' ist $= h - h'$.

Kennt man die ursprüngliche Druckhöhe h und die Widerstandshöhe w', so ist nach Nr. 21. die Ausflußgeschwindigkeit am Ende der Röhre $v = 4{,}429154 \sqrt{(h - w')}$ in Metern.

Ueber die Werthe der in der Gleichung $w = d \cdot \pi \cdot l \cdot (av + bv^2)$ vorkommenden Größen für Metall- und Glasröhren, siehe D'Aubouisson de Voisins, Handbuch der Hydraulik. Bearbeitet von G. Th. Fischer. Leipzig, 1835. 8. S. 170. 171. und J. V. Gerstner, Handbuch der Mechanik. Zweite Auflage. Bd. II. Prag, 1832. 4. S. 189.

Hat man die wirkliche Ausflußmenge q' am Ende der Röhre, die ursprüngliche Druckhöhe h und den Durchmesser der runden Röhrenöffnung, so erhält man nach Nr. 21. und Nr. 23.

$$q' = 4{,}429154 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sqrt{h - w'}.$$

Hieraus folgt:

$$w' = h - 0{,}082638 \cdot \frac{q'^2}{d^4}.$$

Dieser Werth der Widerstandshöhe giebt den Gesammtausdruck der Adhäsions- und Stoß- oder Reibungswiderstände, die von der Anfügung der Röhre an den Druckbehälter bis zu ihrer Ausflußöffnung Statt finden. Der genauere Logarithmus für 0,082638 ist 0,9171787 — 2.

Nr. 24. Seite 107.

Mittlere Dynamometerwerthe des Druckes der Hände nach Quetelet.

Alter in Jahren.	Mittlere Körpergewichte und Händedruckgrößen in Kilogrammen.								
	Männer.				Frauen.				Werth für die Männer, der der Frauen = 1.
	Körpergewicht.	Beide Hände.	Rechte Hand.	Linke Hand.	Körpergewicht.	Beide Hände.	Rechte Hand.	Linke Hand.	
6	17,24	10,3	4,0	2,0	16,00	—	—	—	—
7	19,10	14,0	7,0	4,0	17,54	—	—	—	—
8	20,76	—	—	—	19,08	11,8	3,6	2,8	—
9	22,65	20,0	8,5	5,0	21,36	15,5	4,7	4,0	1,3
10	24,52	26,0	9,8	8,4	23,52	16,2	5,6	4,8	1,6
11	27,10	29,2	10,7	9,2	25,65	19,5	8,2	6,7	1,5
12	29,82	33,6	13,9	11,7	29,82	23,0	10,1	7,0	1,5
13	34,38	39,8	16,6	15,0	32,94	26,7	11,0	8,1	1,5
14	38,76	47,9	21,4	18,8	36,70	33,4	13,6	11,3	1,4
15	43,62	57,1	27,8	22,6	40,37	35,6	15,0	14,1	1,6
16	49,67	63,9	32,3	26,8	43,57	37,7	17,3	16,6	1,7
17	52,85	71,0	36,2	31,9	47,31	40,9	20,7	18,2	1,7
18	57,85	79,2	38,6	35,0	51,03	43,6	20,7	19,0	1,8
19	—	79,4	35,4	35,0	—	44,9	21,6	19,7	1,8
20	60,06	84,3	39,3	37,2	52,58	45,2	22,0	19,4	1,9
21	—	86,4	43,0	38,0	—	47,0	23,5	20,5	1,8
25	62,93	88,7	44,1	40,0	53,28	50,0	24,5	21,6	1,8
30	63,65	89,0	44,7	41,3	54,33	—	—	—	—
40	63,67	87,0	41,2	38,3	55,23	—	—	—	—
50	63,46	74,0	36,4	33,0	56,16	47,0	23,2	20,0	1,6
60	61,94	56,0	30,5	26,0	54,30	—	—	—	—

Nr. 25. Seite 108.

Mittlere Dynamometerwerthe des Zuges mit beiden Händen nach Quetelet und Forbes.

Alter in Jahren.	Quetelet.			Forbes. Männer.		
	Männer.	Frauen.	Werth für die Männer, der der Frauen = 1.	Engländer.	Schotten.	Irländer.
6	20	—	—	—	—	—
7	27	—	—	—	—	—
8	—	24	—	—	—	—

Alter in Jahren.	Quetelet.			Forbes. Männer.		
	Männer.	Frauen.	Werth für die Männer, der der Frauen = 1.	Engländer.	Schotten.	Irländer.
9	40	30	1,3	—	—	—
10	46	31	1,5	—	—	—
11	48	37	1,3	—	—	—
12	51	40	1,3	—	—	—
13	69	44	1,6	—	—	—
14	81	50	1,6	—	—	—
15	88	53	1,7	—	121	—
16	102	59	1,7	145	135,5	—
17	126	64	1,9	152	147	159
18	130	67	1,9	157	155	168
19	132	64	2,0	163	163	174
20	138	68	2,0	166	169	179,5
21	146	72	2,0	169	173	182,5
22	—	—	—	171	177	184
23	—	—	—	173	180	185,5
24	—	—	—	173,5	181,6	186
25	155	77	2,0	174	182,5	186,5
30	154	—	—	—	—	—
40	122	—	—	—	—	—
50	101	59	1,7	—	—	—
60	93	—	—	—	—	—

Nr. 26. Seite 108.

Lastgrößen, welche junge kräftige Turner bei verschiedenen Stellungen der Arme aufheben konnten.

Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrm.		Aufgehobene Last in Kilogrammen.		
	des bekleideten Menschen.	des nackten Menschen.	Mit gestrecktem Arme.	Mit einem Arme.	Mit beiden Armen ungefähr 0,6 Meter hoch.
21 5/6	74	69,9	22,5—25	137,5—150	175—200
21	61,5	58,1	20	100	150
19 7/12	76	71,8	22,5—25	150	175—200
20 1/2	66,5	62,8	20	100	150
23 7/12	70	66,1	20	100	150
Mittel = 21,3	—	65,74	21,5	118,75	165

Nr. 27. Seite 108 und 109.

Formel für die Bestimmung der Tragkraft eines Brettes oder Balkens, auf dessen Mitte ein Mensch steht, aus dem Werthe der relativen oder respectiven Festigkeit.

Liegt das Brett oder der Balken an seinen beiden Enden auf, während der übrige Theil frei hängt, so vertheilt sich die Last des in der Mitte stehenden Menschen nach beiden Seiten in gleicher Weise. Denken wir uns aber, ein rechtwinkelig-parallelipipedischer Balken sei an einem Ende befestigt, an dem anderen dagegen mit der Maximalbelastung beschwert, l bedeute seine Länge, b die Breite, h die Höhe und k den Modulus der relativen Festigkeit, so hat hat man nach einem leicht zu beweisenden mechanischen Lehrsatze [1])

$$Q = k \cdot \frac{h^2 \cdot b}{l}.$$

Liegt der Balken an beiden Enden auf und ist er in der Mitte belastet, so stellen sich die gleichen Verhältnisse für jede Hälfte seiner Länge, und die halbe Last ein. Es ist mithin $Q' = \frac{1}{2}\, Q$ und $l' = \frac{1}{2}\, l$. Daher

$$Q' = 2 \cdot k \cdot \frac{h^2 \cdot b}{l} \quad \text{und}$$

$$Q = 4\, k \cdot \frac{h^2 \cdot b}{l}.$$

Die größte Last vermehrt sich daher für diesen Fall um das Vierfache. Diese Formeln lehren zugleich, daß ein rechtwinkelig-parallelipipedischer Körper um so mehr trägt, je kürzer, höher und breiter er ist. Der Einfluß der Länge und Breite giebt sich in einfachen, der der Höhe dagegen in quadratischen Werthen kund. Ein auf der Fläche aufgelegtes Brett bricht daher leichter, als ein Balken von gleicher Länge und gleichem Querschnitt. Das günstigste Verhältniß der Breite zur Höhe ist erfahrungsgemäß für Hölzer $= 5:7$ [3]). Man legt deshalb auch in der Technik die Balken mit der schmaleren Seite auf.

Abstrahirt man von der Schwere der Unterlage, so kann man das Körpergewicht eines Menschen $= G$ als Last Q betrachten. Man hat daher

$$G = 4 \cdot k \cdot \frac{h^2 \cdot b}{l}. \qquad b = \frac{1}{4}\, G \cdot \frac{l}{h^2\, k}.$$

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{l}{k \cdot b} \cdot G}. \qquad l = 4\, k \cdot \frac{h^2\, b}{G}.$$

Will man die Schwere der Unterlage S, die selbst als Gewicht wirkt, in Rechnung bringen, so muß $G = Q - S$ gesetzt werden. Sind aber b, h und l in Metern und Q und G in Kilogrammen ausgedrückt und bezeichnet d die Dichtigkeit des Materials in Verhältniß zum Wasser, so ergiebt sich, da 1 Cubikdecimeter Wasser 1 Kilogramm wiegt

$$S = \frac{1}{1000 \cdot d} \cdot b \cdot h \cdot l.$$

Daher

$$G = b \cdot h \cdot \left(4 \cdot k \cdot \frac{h}{l} - \frac{1}{1000\, d} \cdot l\right)$$

Ist die Last gleichförmig auf den Balken vertheilt, so bleibt die Wirkung dieselbe, wie wenn jede ihrer Hälften auf der Mitte jeder Balkenhälfte arbeitete. Daher

$$G' = 8 \cdot k \cdot \frac{h^2 \cdot b}{l}.$$

---

1) Siehe z. B. G. W. v. Langsdorff, Lehrbuch der Elementarmechanik. Stuttgart, 1845. 8. S. 148. 149.

2) A. Morin, Aide-Mémoire de mecanique pratique. Deuxième édition. Metz et Paris, 1838. 8. p. 248.

Nr. 28. Seite 109 und 110.

Berechnung der Lastgrößen, welche rechtwinkelig parallelipipedische und unten festgeklemmte oder nur aufgesetzte Stäbe zerdrücken oder zerknicken.

Nennt man die Breite des rechtwinklig-parallelipipedischen Stabes b, seine Dicke h, den Modulus der rückwirkenden Festigkeit m und die größte Last Q, so ist

$$Q = m \, . \, b \, . \, h \text{ und}$$

wenn $b = h$

$$Q = m \, . \, b^2.$$

Bezeichnet d den Durchmesser der cylindrischen Unterlage, so wird

$$Q = m \, . \, d^2 \, . \, \frac{\pi}{4} \text{ und}$$

$$d = 1{,}1284 \, . \sqrt{\frac{Q}{m}}.$$

Ist l 48 Mal so groß als d, so nimmt man in der Technik statt m nur $\frac{1}{2}$ m. Für 24 $d = l$, wird m auf $\frac{1}{3}$ und für 12 $d = l$ auf $\frac{1}{6}$ zurückgeführt.

Während diese Werthe für das Zerdrücken gelten, leitet die Mechanik [1]) andere Formeln für das Zerknicken aus den Biegungsverhältnissen her. Ist e der Elasticitätsmodulus der Substanz und der Stab an einem Ende festgeklemmt, so hat man für rechtwinkelig-parallelipipedische Stäbe oder Säulen

$$Q = \frac{\pi^2}{48} \, . \, e \, . \, \frac{h^3 \, . \, b}{l^2} = 0{,}20562 \, . \, e \, . \, \frac{h^3 \, . \, b}{l^2}.$$

Daher

$$e = 4{,}8634 \, . \, Q \, . \, \frac{l^2}{h^3 \, . \, b}. \qquad b = 4{,}8634 \, . \, Q \, . \, \frac{l^2}{h^3 \, . \, e}$$

$$h = 1{,}6943 \, . \sqrt[3]{Q \, . \, \frac{l^2}{b \; e}}. \qquad l = 0{,}45345 \, . \sqrt{\frac{e}{Q} \, . \, h^3 \, . \, b}.$$

Die genaueren Logarithmen der constanten Coefficienten sind dann:

log. 0,20562 = 0,3130586 — 1. log. 1,6943 = 0,2289804.
log. 4,8634 = 0,6869414. log. 0,45345 = 0,6565293 — 1.

Ist der Stab ein Cylinder von dem Durchmesser d, so erhält man

$$Q' = \frac{\pi^3}{(16)^2} \cdot \frac{d^4}{l^2} \, . \, e = 0{,}12112 \, . \, e \, . \, \frac{d^4}{l^2}.$$

Mithin

$$e = 8{,}2564 \, . \, Q' \, . \, \frac{l^2}{d^4}. \qquad d = 1{,}6951 \, . \sqrt[4]{\frac{Q'}{e} \, . \, l^2} \text{ und}$$

$$l = 0{,}34802 \, . \, d^2 \, . \sqrt{\frac{e}{Q'}}.$$

Die Logarithmen der constanten Coefficienten sind hier:

log. 0,12112 = 0,0832097 — 1. log. 1,6951 = 0,2291976.
log. 8,2564 = 0,9167903. log. 0,34802 = 0,5416048 — 1.

Vergleichen wir nun einen rechtwinkelig-parallelipipedischen Stab mit einem cylinderischen von gleicher Länge und gleichem Elasticitätsmodulus, so ergiebt sich aus den angeführten Formeln:

$$Q : Q' = h^3 \, . \, b : 0{,}5890 \; d^4.$$

Haben aber beide den gleichen Querschnitt, so daß $b \, . \, h = d^2 \, . \, \frac{\pi}{4}$ wird, so erhält man durch Elimination von d^4

$$Q : Q' = h : 0{,}95493 \; b = h : \frac{3}{\pi} \; b.$$

---

[1]) Siehe z. B. J. Weißbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik. Bd. I. Braunschweig, 1845. 8. S. 234.

D. h. sollen zwei solche Stäbe von gleichem Querschnitt, von denen der eine rechtwinkelig-parallelipipedisch, der andre cylindrisch ist, dieselbe Last für das Zerknicken aushalten, so muß sich die Dicke des parallelipipedischen zu seiner Breite $= 1 : 0{,}95$ verhalten. Ist aber sein Durchschnitt quadratisch, so daß dann $h = b$ wird, so trägt er, da $Q : Q' = 1 : 0{,}95493$ ist, ungefähr $\frac{1}{20}$ mehr, als der cylindrische, ehe er zerknickt.

Soll endlich ein quadratischer Stab eben so viel als ein cylindrischer aushalten, so daß $Q = Q'$ wird, so erhalten wir aus den obigen Formeln:

$$\frac{\pi^2}{48} \cdot e \cdot \frac{h^4}{l^2} = \frac{\pi^3}{(16)^2} \cdot e \cdot \frac{d^4}{l^2} \text{ und daher}$$

$$d = 1{,}1415\ h.$$

Hätte aber ein kreisförmiger Querschnitt von dem Durchmesser d' den gleichen Flächeninhalt mit dem quadratischen Querschnitt h^2, so müßte $h^2 = d'^2 \cdot \frac{\pi}{4}$. Daher

$$d' = 1{,}1284\ .\ h. \quad \text{Folglich}$$

$$d' : d = 1{,}1284 : 1{,}1415 = 1 : 1{,}0116.$$

D. h. will man einen runden Krückenstock der Bequemlichkeit des Anfassens wegen statt eines quadratischen wählen, so braucht man nur bei Gleichheit der Länge und des Materials den Durchmesser desselben um $\frac{1}{100}$ zu vergrößern, wenn die Lastgröße für das Zerknicken die gleiche bleiben soll.

Da die Länge in den Formeln für Q und Q' in quadratischem Verhältniß als Divisor erscheint, so ergiebt sich von selbst, daß die Lastgrößen bei parallelipipedischen wie bei runden Stäben um das Vierfache wachsen, wenn die Hälfte der Länge genommen wird.

Ist die Säule oder der Stab an dem unteren Ende nicht festgeklemmt, so muß man der doppelten Biegung wegen $\frac{l}{2}$ statt l setzen. Die Werthe von Q und Q' oder die von e müssen dann um das Vierfache erhöht werden. Giebt man, wie dieses für Krücken hinreicht, die doppelte Sicherheit, so nimmt man dann im Ganzen $\frac{1}{8}$ des Elasticitätsmodulus.

Nr. 29. Seite 109 und 110.

Festigkeitsmoduli für das Zerbrechen und das Zerknicken und Elasticitätsmoduli einiger bei physiologisch-mechanischen Berechnungen am häufigsten in Betracht kommender Körper [1].

Substanz.	Mittlerer Modulus			Substanz.	Mittlerer Modulus		
	der relativen Flüssigkeit $= k$.	der rückwirkenden Flüssigkeit $= m$.	der Elasticität $= e$.		der relativen Flüssigkeit $= k$.	der rückwirkenden Flüssigkeit $= m$.	der Elasticität $= e$.
Tannenholz	10500	2000	1800000	Gußeisen	40000	146000	17000000
Fichtenholz	10500	7400		Schmiedeeisen	—	72000	27500000
Kieferholz	12000	—		Kalkstein	1200	3750	—
Eichenholz	16000	4800		Sandstein	700	7200	—
Buchenholz	17000	—		Stahl	—	—	30000000

[1]) Siehe Weißbach, a. a. O. Bd. I. S. 197. 213 und 219.

Diese Werthe beziehen sich auf den preußischen Zoll (= 0,02615 Meter) und das preußische Pfund (= 0,4675 Kilogramm).

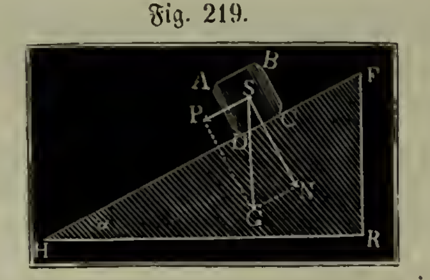
Nach den Versuchen von Gerstner [1]), deren Resultate für den österreichischen Quadratzoll (1 Zoll = 0,02634 Meter) und das österreichische Pfund (= 0,560 Kilogramm) berechnet sind, ist der Elasticitätsmodulus für Eichenholz 1268000; für Fichtenholz 1808000 und für Tannenholz 2574009. Ueber die Entwickelung des Begriffes des Elasticitätsmodulus s. z. B. A. Burg, in J. J. Prechtl's, Jahrbuche des polytechnischen Instituts. Bd. XVII. Wien, 1832. 8. S. 98—100.

Nr. 30. Seite 115.

Bestimmung der Kraftgröße, mit welcher ein Körper von einer schiefen Ebene herabgleitet.

Hat der Körper $ABCD$, der auf der schiefen Ebene FH steht, seinen Schwerpunkt in S, so wird seine Schwerlinie SG ⌗ FR mit FH keinen Rechten bilden, mithin auch nicht so wirken, wie wenn sie die Horizontale HR unmittelbar träfe. Zerlegen wir sie aber in zwei Seitenkräfte, von denen die eine SN senkrecht auf HF und die zweite SP ihr parallel ist, so haben wir in SN die Kraft K, mit welcher sich der Körper auf der schiefen Ebene hält und in SP die Kraft T mit welcher er herabgleitet.

Fig. 219.



Nun ist $\angle\ SDC = \angle\ HDG$. Denken wir uns SG verlängert, so wird sie HR rechtwinkelig schneiden. SN trifft aber auch CH senkrecht. Es muß daher $\angle\ GSN = FHR = \alpha$ sein. Wir haben aber in dem rechtwinkligen Dreieck SGN

$$SN = K = SG.\ \cos.\ GSN = SG.\ \cos.\ \alpha \text{ und}$$
$$GN = SP = T = SG.\ \sin.\ GSN = SG.\ \sin.\ \alpha.$$

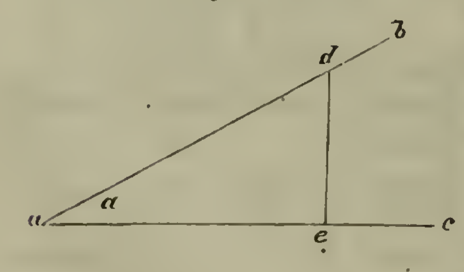
D. h. die Kraft, mit welcher sich der Körper auf der schiefen Ebene hält, gleicht seinem Gewichtsdrucke, multiplicirt mit dem Cosinus und die, mit der er herabgleitet, dem Gewichtsdrucke, multiplicirt mit dem Sinus des Neigungswinkels der schiefen Unterlage mit dem Horizont.

Nr. 31. Seite 116.

Bestimmung der Endgeschwindigkeit, mit der ein herabgleitender Körper an dem unteren Endpunkte der Bahn oder auf der Horizontalebene anlangt, und der Zeit, die er für diese Bahn braucht.

Ist ab die schiefe Fläche und ac die Horizontalebene und denken wir uns den Körper in d aufgesetzt, so wird das von d auf ac gefällte Perpendikel de die Höhe des Punktes e über dem Horizont bestimmen. Fiele der Körper von d nach e frei herab, so wäre seine Endgeschwindigkeit $v = \sqrt{2\,g\,.\,de}$. (Vgl. Nr. 9.) Nun ist $de = ad\,.\,\sin.\,\alpha$. Folglich auch $v = \sqrt{2\,.\,g\,.\,ad\,.\,\sin\,\alpha}$, d. h. ein Körper erlangt bei dem freien Falle von seiner Erhebung d über den Horizont, wenn er diesen in e erreicht, dieselbe Geschwindigkeit, als wenn er

Fig. 220.



[1]) F. J. v. Gerstner, Handbuch der Mechanik. Zweite Auflage. Bd. I. Prag, 1832. 4. Seite 384.

die schiefe Bahn da multiplicirt mit dem Sinus des Neigungswinkels α durchliefe. Der Weg da ist aber natürlich der des Herabgleitens. Es kommt also hierbei nicht bloß auf den Neigungswinkel α, sondern auch auf den Abstand von d von e oder von a an. Die Höhe de resultirt aber aus der Verbindung beider Werthe zugleich.

Die Zeit, die er nöthig hat, um von d nach a auf da hinabzugleiten, muß größer sein, als die, welche er zum freien Falle von d bis e braucht. Nennt man den Fallraum s, die Zeit t und die Beschleunigung der Schwerkraft g, so hat man für den freien Fall die Grundgleichung $s = \frac{g}{2} . t^2$. Folglich $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$. Fiele d nach c herab, so wäre der Fallraum $= de$, folglich $t = \sqrt{\frac{2 . de}{g}}$. Gleitet aber d auf der schiefen Fläche da hinab, so wird die Beschleunigung der Schwerkraft zu $g . \sin. \alpha$, folglich die Zeit $t' = \sqrt{\frac{2 . da}{g . \sin. \alpha}}$. Es war aber $de = da . \sin. \alpha$, folglich $da = \frac{de}{\sin. \alpha}$. Daher

$$t' = \sqrt{\frac{2 . \frac{de}{\sin. \alpha}}{g . \sin. \alpha}} = \frac{1}{\sin. \alpha} . \sqrt{\frac{2 . de}{g}}.$$ Mithin

$$t : t' = 1 : \frac{1}{\sin. \alpha} = \sin. \alpha : \sin. \text{tot}.$$

D. h. die Fallzeit eines auf einer schiefen Ebene herabgleitenden Körpers verhält sich zu der Zeit, die der Körper für das freie Herabfallen von seinem Orte nöthig hätte, wie der Sinus des Neigungswinkels zu dem in den gleichen Einheiten ausgedrückten Sinus eines Rechten.

Nr. 32. Seite 124.

Euler'sche Formel für die von Menschen bei einer Arbeit geleistete Kraftgröße.

Bezeichnet P die absolute und p die geleistete Kraft eines Menschen, V seine absolute und v seine angewandte Geschwindigkeit, so stellte Euler zwei verschiedene theoretische Formeln auf, nämlich:

$$\text{I. } p = P . \left(1 - \frac{v}{V}\right)^2 \text{ oder}$$

$$\text{II. } p = P . \left(1 - \frac{v^2}{V^2}\right).$$

Schultze [1]) prüfte diese Angaben durch die Erfahrungen, die er an zwanzig Arbeitern anstellte. Es ergab sich hierbei in Pfunden und Fußen $P = 730$, $V = 5{,}30$, $p = 218{,}4$ und $v = 2{,}45$. Man erhält dann nach Nr. I. $p = 219{,}01$ und nach Nr. II. $p = 574{,}01$. Die erstere Formel erscheint hiernach als die richtigere. Schultze berechnet über 153 aus der zweiten Formel, so daß sich ein Irrthum in das Resultat oder in die Grundwerthe eingeschlichen haben muß.

Nr. 33. Seite 124.

Formel von Gerstner für die wirkliche Kraft eines Arbeiters aus Bernoulli's Princip der Beziehungen der Kraft zur Geschwindigkeit hergeleitet.

Bernoulli ging von dem Grundsatze aus, daß es für einen Mann mittlerer Stärke innerhalb der Grenzen der gewöhnlichen Kraftleistung gleichgültig ist, 15 Kilogr. mit 0,6 Meter Geschwindigkeit oder 10 Kilogr. mit 0,3 Meter Schnelligkeit fortzutragen.

---

[1]) Schultze, in den Nouveaux Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres. Année 1783. Berlin, 1785. 4. p. 303—340.

5 Kilogr. Last würde hiernach ein Aequivalent von 0,3 Meter Geschwindigkeit bilden. Die Geschwindigkeit sollte bei 25 Kilogr. 0 und bei 0 Kilogr. 1,5 Meter betragen. Es versteht sich von selbst, daß diese Zahlenwerthe keine allgemeine Gültigkeit haben können und im Gegentheil in vielen Einzelfällen den thatsächlichen Ergebnissen widersprechen werden.

Hält man aber an der allgemeinen Wechselbeziehung zwischen Kraft und Geschwindigkeit fest und bezeichnet mit k die mittlere Kraft und mit c die mittlere Geschwindigkeit, so werden $2\,k$ und $2\,c$ die Maximal- und 0 die Minimalwerthe beider sein. Entwickelt aber der Mensch $2\,c$, so hat man für seine Kraft $2\,k - 2\,k$. Nennt man seine wirkliche, bei einer einzelnen Arbeitsart thätige Kraft k und seine dieser entsprechenden Geschwindigkeit v, so erhält man für den Abzugswerth von dem Maximum der Kraft die Proportion

$2\,c : k = v : \frac{k \,.\, v}{c}$. Es ist mithin seine wirkliche, von ihm in Anwendung gesetzte Kraft

$$k = 2\,k - \frac{k\;v}{c} = k\left(2 - \frac{v}{c}\right).$$

Dieser Werth gilt natürlich nur für die mittlere Arbeitszeit t. Ist er aber eine Zeitgröße $= z$ thätig, so haben wir wiederum, wenn $2\,t$ den Werth $0\,K$ und $o\,t$ den von $2\,K$ fordert, für seine angewandte oder anwendbare Kraft k'

$$K' = K\left(2 - \frac{z}{t}\right) \text{ oder}$$

da $K = k\left(2 - \frac{v}{c}\right)$

$$K' = k \,.\left(2 - \frac{v}{c}\right).\left(2 - \frac{z}{t}\right).$$

Werden nun v und z so klein, daß $\frac{v}{c}$ und $\frac{z}{t}$ gleich Null gesetzt werden können, so hat man $K' = 4\,k$ d. h. die größte Kraft des Arbeiters ist, bei mittlerer Anstrengung und verschwindend kleinen Werthen der Zeit und der Geschwindigkeit, 4 Mal so groß, als seine mittlere Kraft. Wird $z = t$ und $\frac{v}{c}$ so klein, daß es ohne Fehler außer Acht gelassen werden kann, so hat man $K = 2\,k$ d. h. der Arbeiter besitzt das Doppelte seiner Mittelkraft, wenn er seine gewöhnliche Arbeitszeit ohne alle Geschwindigkeit thätig ist.

Gerstner [1]) nimmt nun $t = 8$ Stunden für die Leistungen des Menschen, so wie des Pferdes und des Ochsen an, und setzt für $k = \frac{G}{5}$ d. h. $\frac{1}{5}$ das Körpergewicht und für c folgende Werthe nach Verschiedenheit der Personen.

	Mann.			Frau. Mittlere Stärke, $\frac{1}{5}$ niedriger, als die des Mannes.
	schwach.	mittelstark.	sehr stark.	
G	50	62,5	75	—
k	10	12,5	15	10
c	0,6	0,75	1,00	0,6

[1]) F. J. v. Gerstner, Mechanik. Bd. I. S. 31 und 39.

Geht nun ein mittelstarker Bote 28,8 Kilometer in 8 Stunden, so daß $v = 1$ wird, so hat man $K' = 12{,}5 \cdot \left(2 - \frac{1}{0{,}75}\right) = 8{,}33$ d. h. er wird noch bei mäßiger Anstrengung 8,33 Kilogr. tragen können. Geht er unbelastet, so wird natürlich für $z = t$

$$K' = k\left(2 - \frac{v}{c}\right) = 0 \text{ und daher } v = 2\,c$$

D. h. seine Geschwindigkeit wird dann auf 1,5 Meter wachsen. Der durchlaufene Raum betrüge 43,2 Kilometer.

Die hier nicht wieder darzustellende Art und Weise, wie die Transportkosten, der Taglohn und die vortheilhafteste Anwendung der Kräfte aus der obigen Formel bestimmt werden, kann in Gerstner's Mechanik, Bd. I. S: 41—68 gefunden werden.

Nr. 34. Seite 124.

Coulomb'sche Formel für den Nutzeffect eines Menschen, der belastet oder unbelastet in der Ebene geht oder in die Höhe steigt.

Nennt man a die Gesammtleistung, die ein unbelasteter Mensch durch Gehen in der Ebene oder Besteigen einer schiefen Fläche liefert, p eine Last und $a - c$ den Verlust an Gesammtleistung, welche p erzeugt, so wird $\frac{a-c}{p} = b$ Leistungsverlust auf eine Gewichtseinheit von p kommen, wenn er sich eben gleichförmig der Beschwerung nach vertheilt. Die Gesammtleistung eines mit dem Gewichte P beschwerten Menschen ist daher $= a - b\,P$. Nennt man das Körpergewicht des Menschen g, so läßt sich auch seine Gesammtleistung als $(g + P)\,h$ und sein Nutzeffect als Ph ausdrücken. Wir haben daher

$$(g + P)\,h = a - b\,P. \text{ Mithin}$$

$$h = \frac{a - b\,P}{g + P} \text{ und daher}$$

$$\text{der Nutzeffect } Ph = \frac{(a - b\,P)\,P}{g + P}.$$

Die Werthe in Kg. Km. ausgedrückt, nimmt Coulomb nach Schätzungsberechnungen für das Gehen auf ebenem Wege $a = 3500$ Kg. Km. und $b = 25{,}86$ und für das Steigen in die Höhe $a = 205$ und $b = 1{,}41$.

Sucht man hiernach die größte Last, welche ein Mensch emporheben oder auf einer schiefen Ebene tragen kann, so muß dann $a - b\,P = 0$ werden, folglich $P = \frac{a}{b}$ Dieses giebt für die übrigen Werthe 135,34 und 145,39 Kilogr., Lasten, welche ein nicht übermäßig starker Arbeiter für sehr kurze Zeit ohne zu große Anstrengung halten kann.

Soll der Nutzeffect Ph seine größte Höhe erreichen, so erhält man durch Differenzirung und Variation

$$p = g\left[\sqrt{\left(1 + \frac{a}{b\,g}\right)} - 1\right]$$

Dieses giebt für den horizontalen Weg, das Körpergewicht zu 70 Kilogr. angenommen, $p = 0{,}7302 \times 70 = 51{,}1$ Kilogr. und für die ansteigende Bahn $p = 0{,}7541 \times 70 = 52{,}79$ Kilogr. Hierbei ist nicht der Fall in Betracht genommen, in welchem die Arbeiter belastet hingehen und unbelastet zurückkehren. Findet diese Nebenbedingung Statt, so wird die Formel für a verwickelter. Siehe die nähere Entwickelung derselben bei Coulomb, in den Mémoires de l'Institut national. Sciences mathématiques et physiques. Tome II. p. 404. 405.

Hält man sich an die oben angeführten Werthe von Coulomb, so wird ein Lastträger von 70 Kilogr. Körpergewicht den größten Nutzeffect darbieten, wenn er mit 52,79 Kilogr. belastet emporsteigt. Wir haben daher für den günstigsten Nutzeffect Ph

$$Ph = \frac{(205 - 1{,}41 \times 52{,}79)\ 52{,}79}{70 + 52{,}79} = 56{,}13 \text{ Kg. Km. und}$$

und für den horizontalen Weg, da hier $P = 51{,}1$ Kilogr.,

$$Ph = \frac{(3500 - 25{,}86 \times 51{,}1)\ 51{,}1}{70 + 51{,}1.} = 919{,}3 \text{ Kilogr. Km.}$$

D. h. die günstigste Belastung läßt in beiden Fällen 205 — 56,13 und 3500 — 19,39 oder ungefähr $^7/_{10}$ des Nutzeffectes, den das bloße Forttragen des eigenen Körpers ohne alle Last liefert, verloren gehen. Dieser verhältnißmäßige Werth beträgt für das Hinauftragen der zweckmäßigsten Last 0,726 und für das Forttragen auf ebenem Boden 0,737.

Nr. 35. Seite 155 und 194.

Berechnung der Sauerstoffmenge, die einem organischen Körper zur vollständigen Verbrennung zugeführt werden muß, aus dessen procentigen elementaranalytischen Werthen.

Nennt man das Atomgewicht des Kohlenstoffes a und das des Wasserstoffes b, die Procente einer ternären organischen Verbindung für den Kohlenstoff c, den Wasserstoff h und den Sauerstoff o, so wird c Kohlenstoff $c\,.\,\frac{200 + a}{a}$ Kohlensäure und h Wasserstoff $h\,.\,\frac{100 + 2b}{2b}$ Wasser liefern. Da nun der zuzuführende Sauerstoff S der Differenz der Summe der Kohlensäure und des Wassers und des verbrannten Körpers gleicht, so haben wir in Gewichtswerthen:

$$S = c\,.\left(\frac{200 + a}{a}\right) + h\,.\left(\frac{100 + 2b}{2b}\right) - (c + h + o) =$$

$$\frac{200}{a}.\,c + \frac{100}{2b}.\,h - o.$$

Führt der Körper noch n Stickstoff, so erhält man:

$$S = c\,.\left(\frac{200 + a}{a}\right) + h\,.\left(\frac{100 + 2b}{2b}\right) - (c + h + n + o).$$

Setzt man das Atomgewicht des Kohlenstoffes $= a = 75$ und das eines Doppelatomes von Wasserstoff $= 2b = 12{,}5$, so wird für stickstofflose Substanzen

$$S = 2{,}6667c + 8h - o \text{ und}$$

für stickstoffhaltige

$$S = 2{,}6667c + 8h - (n + o).$$

Der genauere Logarithmus von 2,6667 ist 0,4259687.

Nr. 36. Seite 198 und 214.

Berechnung der Resultate einer organischen Elementaranalyse.

Ist m die Menge der untersuchten trockenen Substanz und bezeichnen $\ddot{C}$, Aq und n die Quantitäten der Kohlensäure, des Wassers und des Stickstoffes, die man durch die Analyse erhalten hat, a, b und c die Atomgewichte des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes, k, h und o die Mengen des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Sauerstoffes, die man sucht, so hat man:

$$k = \ddot{C}\left(\frac{a}{200 + a}\right).\ h = Aq\,.\left(\frac{2b}{100 + 2b}\right).\ o = m - (k + h + n)$$

und in procentigen Werthen k', h', n' und o':

$$k' = 100\,.\,\frac{k}{m}.\ h' = 100\,.\,\frac{h}{m}.\ n' = 100\,.\,\frac{n}{m} \text{ und } o' = 100\,.\,\frac{o}{m}.$$

und für die Atomgewichte k'', h'', n'' und o''

$$k'' = \frac{k'}{a}.\ h'' = \frac{h'}{b}.\ n'' = \frac{n'}{a}.\ o'' = \frac{o'}{100}.$$

Die letzteren Bruchtheile werden den zunächst gelegenen ganzen Zahlen gleich gesetzt

und die Formel, so weit dieses ohne Nebenbestimmungen des Atomgewichtes aus bekannten Verbindungen möglich ist, berechnet.

Will man umgekehrt die procentige Zusammensetzung aus der Formel bestimmen, so seien a, b, c die Atomenzahlen des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes, und r, s, t und u die Zahl der Atome, die in der Formel für a, b, c und d enthalten sind. Setzt man $ra + sb + tc + 100d = p$, so hat man für die procentigen Werthe k''', h''', n''' und o'''. $k''' = 100 \cdot \frac{ra}{p}$. $h''' = 100 \cdot \frac{sb}{p}$. $n''' = 100 \cdot \frac{tc}{p}$. $o''' = \frac{100^2 \cdot d}{p}$.

Diese Werthe müssen dann denen von k', h', n' und o' möglichst nahe kommen.

Setzen wir nach Dumas und Staß $a = 75$ und $2b = 12{,}5$, so wird

$$k = 0{,}2727\ \ddot{C} \text{ und } h = 0{,}1111\ Aq.$$

Der genauere Logarithmus von 0,2727 ist 0,4357286 — 1 und der von 0,1111 gleicht 0,0457575 — 1.

Wollen wir die Procente des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes aus den erhaltenen Mengen der Kohlensäure und des Wassers unmittelbar berechnen, so haben wir:

$$k' = 27{,}27\ \frac{\ddot{C}}{m} \text{ und } h' = 11{,}11\ \frac{Aq}{m}.$$

Da die elementaranalytische Formel nur das gegenseitige Verhältniß der Aequivalente der Verbindung ausdrückt, so ist es natürlich gleichgültig, ob wir die Atomenzahlen r, s t, u einfach nehmen oder durchgehends mit demselben beliebigen Exponenten n multipliciren. Die Elementaranalyse des bloßen organischen Körpers allein kann nicht entscheiden, welches von beiden das Richtigere ist. Verbindet man ihn dagegen mit einer Substanz von bekannter Sättigungscapacität oder verfolgt seine Zersetzungsproducte und findet dabei, daß dann die Atomenzahlen nicht einfach, sondern mit n multiplicirt wirken, so ergiebt sich hieraus, daß der $n$fache Werth die richtigere Formel darstellt.

Nr. 37. Seite 213.

Anweisung zur Verbesserung der älteren Elementaranalysen nach den neueren genaueren Werthen der Atomgewichte des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes und der Dichtigkeit des Stickstoffes.

Die in Nr. 36 gegebene Darstellung der Berechnung der Ergebnisse der Elementaranalyse zeigt, daß die Kohlensäure und das Wasser, die man unmittelbar findet, beständige, die daraus berechneten Größen des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes dagegen variable Größen sind, die von den Atomgewichten dieser Körper, als ihren Functionen abhängen. Da nun die neueren Untersuchungen ergeben haben, daß das frühere Atomgewicht des Kohlenstoffes zu hoch und wahrscheinlich das des Wasserstoffes um einen kleinen Werth zu niedrig war, so müssen hiernach die procentigen Werthe der älteren Analysen durchgehends verbessert werden.

Nennen wir a das ältere, $a - b$ das neuere Atomgewicht des Kohlenstoffs, f das ältere, $f + g$ das neuere Atomgewicht des Wasserstoffes, $\ddot{C}$ die Kohlensäure und Aq das Wasser, das unmittelbar bei einer Elementaranalyse gefunden wird, k und k' und h und h' die nach den älteren und neueren Aequivalentzahlen bestimmten Procente des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, so ist:

$$k = \ddot{C}\left(\frac{a}{200 + a}\right) \cdot k' = \ddot{C}\left(\frac{a - b}{200 + a - b}\right) \cdot h = Aq\left(\frac{2f}{100 + 2f}\right)\ h' = Aq\left(\frac{2f + 2g}{100 + 2f + 2g}\right)$$

daher

$$k' = k\left[1 - \frac{b}{a} \cdot \frac{200}{(200 + a - b)}\right] \text{ und } h' = h\left[1 + \frac{g}{f} \cdot \frac{50}{(50 + f + g)}\right].$$

Das ältere Atomgewicht des Wasserstoffs ist $f = 6{,}2398$, das neuere $= f + g = 6{,}25$, also $g = 0{,}0102$. Der Coefficient $\left[1 + \frac{g}{f} \cdot \frac{50}{a(50 + f + g)}\right] = 1{,}001453$ (log. =

0,0006305) ist, wie man sieht, so klein, daß noch lange der Unterschied innerhalb der Fehlerquellen der Analyse fällt. Man kann daher die Verbesserung ohne Bedenken unterlassen.

Anders verhält es sich mit dem Kohlenstoff, dessen Atomgewicht bedeutendere Veränderungen erlitten hat. Während es früher Berzelius zu 76,437 annahm, kamen Dumas und Staß auf 75,00 (bis 75,02), ein Werth, den wir auch allen Bestimmungen dieses Werkes zum Grunde gelegt haben. Da aber andere Chemiker zwischen diesen beiden Zahlen liegende Werthe erhalten haben und ihre Elementaranalysen nach diesen berechnen, so gebe ich in der folgenden Tabelle eine Uebersicht des Coefficienten, nach dem ihre Procente auf die nach Dumas und Staß gefundenen Zahlen zurückgeführt werden können.

Beobachter.	Atomgewicht $= a$.	Werth von b.	Coefficient.	
			Gemeine Zahl	Logarithmus.
Berzelius ältere allgemein verbreitete Annahme	76,437	1,437	0,986327	0,9940209 — 1
Liebig und Redtenbacher	75,854	0,854	0,991812	0,9964294 — 1
Berzelius neue Annahme	75,120	0,120	0,998838	0,9994950 — 1
Dumas und Staß Erdmann und Marchand	75,00	—	—	—

Man sieht, daß vorzüglich alle Analysen, die nach dem Atomgewicht 76,437 berechnet wurden, der Nachverbesserung bedürfen.

Die Abweichung, welche die neueren Dichtigkeitsbestimmungen des Stickstoffes erzeugen, betrifft nur diejenigen Analysen, in welchen der Stickstoff als solcher in Gasform erhalten worden, mithin wieder die meisten älteren Bestimmungen. Nennen wir nämlich das gefundene Volumen des Stickstoffes v, seine Dichtigkeit d, das Gewicht einer gleichen Maaßeinheit Atmosphäre a, den Barometerstand b, die Temperatur t und den Ausdehnungscoefficienten α, so haben wir das gesuchte Stickstoffgewicht n,

$$n = v \cdot d \cdot a \cdot \frac{b}{760\,(1 + \alpha t)}.$$

Wird nun d zu $d - l$, so erhalten wir für n'

$$n' = v \cdot (d - l) \cdot a \cdot \frac{b}{760\,(1 + \alpha t)}$$

folglich $\frac{n'}{n} = \frac{d - l}{d}$ und $n' = n \cdot \left(\frac{d - l}{d}\right)$.

Die Dichtigkeit des Stickstoffes wurde früher nach Berzelius und Dulong zu 0,9757 angenommen. Sie beträgt aber nach Dumas und Boussingault 0,972 und nach Regnault 0,97137. Der Coefficient $\frac{d - l}{d}$ gleicht im letzteren Falle 0,99555. Der Unterschied beträgt mithin nur ungefähr $^1/_{225}$. und macht bloß 0,2% aus, wenn z. B. der Stickstoffgehalt einer Substanz 45% gleicht.

Nr. 38. Seite 214.

Theoretische Ermittelung der Unterschiede der Formeln einer Elementaranalyse, je nachdem man sie nach dem älteren oder neueren Atomgewicht des Kohlenstoffes bestimmt.

Nennt man die procentige Menge des Kohlenstoffs, die man nach dem Atomgewicht a gefunden hat, k, die des Wasserstoffes h, des Stickstoffes n und des Sauerstoffes o, so hat man $k + h + n + o = 100$. Wird aber das Atomgewicht des Kohlenstoffes zu $a - b$, so wird auch k zu k' und wir erhalten daher $k' + h + n + (o + k - k') = 100$.

Es war aber nach Nr. 37

$$k' = k\left[1 - \frac{b}{a} \cdot \frac{200}{(200 + a - b)}\right].$$

Die Formel für das ältere Atomgewicht giebt $\frac{k}{a}$ und die für das neuere $\frac{k'}{a-b}$ Atome Kohlenstoff. Blieben die letzteren in beiden Fällen die gleichen, so müßten $\frac{k}{a} = \frac{k'}{a-b}$ oder

$$\frac{k}{a-b}\left[1 - \frac{b}{a} \cdot \frac{200}{(200 + a - b)}\right] - \frac{k}{a} = 0$$

sein. Dieses ist jedoch nicht der Fall. Denn setzt man diesen Werth $= x$, so erhält man

$$\frac{k}{(a-b)}\left[1 - \frac{b}{a} \cdot \frac{200}{(200 + a - b)}\right] - \frac{k}{a} = k \cdot \frac{b}{a(200 + a - b)}$$

Berechnen wir die Differenz für $a = 76{,}437$ und $a - b = 75$, so erhalten wir

$$\frac{k}{a} - \frac{k'}{a-b} = 0{,}00006836 \cdot k.$$

Dieser Unterschied ist aber so klein, daß er bei keiner Analyse in Betracht zu kommen braucht.

Der Sauerstoff bietet schon erheblichere Veränderungen dar. Er wird zu $o + k - k' = o + k \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{200}{(200 + a - b)}$. Seine Atomenzahl erhöht sich daher um so mehr, je mehr seine procentige Menge ab- und die des Kohlenstoffes zunimmt.

Nr. 39. Seite 214.

Theoretische Ermittelung der Größe der durch die Fehlerquellen der organischen Elementaranalysen bedingten Unsicherheit der Formel.

Sind k, h und n die procentigen Werthe des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes, m, u und p die Fehlergrenzen der Analyse und a, b und c die Atomgewichte der drei Körper, so haben wir als Formel $C_{\frac{k \pm m}{a}} H_{\frac{h \pm u}{b}} N_{\frac{n + p}{c}}$ und wenn wir Alles auf C beziehen

$$C, H_{\frac{a}{b} \cdot \frac{(h \pm u)}{(k \pm m)}} N_{\frac{a}{c} \cdot \frac{(n \pm p)}{(k \pm m)}}$$

Da nun $a = 75$, $b = 12{,}s$ und $c = 88{,}518$, so werden sich die Analysenfehler in den Wasserstoffatomen verhältnißmäßig am stärksten und in den Stickstoffatomen schwach ausdrücken. Ist das Verhältniß von n zu h sehr groß, so muß sich der Uebelstand für den Wasserstoff noch mehr vergrößern. Er kann hierdurch zu dem unsichersten Factor der elementaranalytischen Formel werden.

Da der Sauerstoff negativ bestimmt wird, so hängt seine Richtigkeit davon ab, ob sich m, n und p wechselseitig ausgleichen oder in einer positiven oder negativen Richtung summiren.

Nr. 40. Seite 321.

Grundwerthe der Versuche, die über die chemischen Kräfte der künstlichen Verdauungsflüssigkeit angestellt worden sind.

Die ursprüngliche Verdauungsflüssigkeit, die von dem Magen eines Schweines herrührte, enthielt 0,835 Grm. zugesetzter Salzsäure auf 55,059 Grm. Wasserauszug. Das Ganze betrug mithin 55,930 Grm. und die hinzugefügte Salzsäure verhielt sich zu ihm = 1 : 66,98.

0,368 Grm. des geronnenen Eiweisses, das zu dem Versuche diente, gab 0,058 Grm.

und 0,551 Grm. 0,085 Grm. festen Rückstandes. Wir haben daher 15,76 % und 15,31 %, mithin im Durchschnitt 15,53 % dichter Stoffe.

Drei Fläschchen Nr. I., II. und III., die mit Korkstöpseln geschlossen waren, blieben 91 Stunden in der Brutmaschine, deren Innenraum auf 30° — 35° C. erwärmt erhalten wurde.

Nr. I. führte 11,200 Grm. bloßer angesäuerter Verdauungsflüssigkeit ohne Eiweißstückchen. 0,062 Grm. waren nach 91 Stunden auf dem Wege der Verdunstung verloren gegangen. Wurde dann das Ganze, das von vorn herein mikrolytisch getrübt war, filtrirt, so gaben 7,417 Grm. des vollkommen klaren, schwach opalisirenden Filtrates 0,097 Grm. = 1,31 % festen Rückstandes. Die Flöckchen, welche die Trübung bewirkten, betrugen kaum 0,001 bis 0,002 Grm., mithin noch nicht 0,01 %.

Nr. II. 20,159 Grm. derselben angesäuerten Verdauungsflüssigkeit erhielten 0,305 Grm. des oben erwähnten Eiweisses zur Verarbeitung. Das Ganze wog mithin 20,464 Grm. und die 0,305 Grm. Eiweiß führten à 15,53 % 0,474 Grm. festen Rückstandes. Der Verdampfungsverlust betrug 0,054 Grm. 9,313 Grm. des vollkommen hellen und schwach opalisirenden Filtrates hinterließen 0,1425 Grm. = 1,53 % dichter Stoffe. Wir haben daher für 20,464 — (0,054 + 0,002) = 20,408 Grm. 0,312 Grm. fester Substanzen. Die 20,159 Grm. der ursprünglichen angesäuerten Verdauungsflüssigkeit ergaben à 1,31 % 0,267 Grm. dichter Stoffe. Es kommen mithin 0,045 Grm. auf das Eiweiß, d. h. es war fast Alles aufgelöst.

Nr. III. 21,600 Grm. derselben angesäuerten Verdauungsflüssigkeit erhielten 0,590 Grm. Eiweiß. Wir haben also im Ganzen 22,190 Grm. und 0,092 Grm. fester Stoffe in den 0,590 Grm. Albumin. Die Mischung stand 91 Stunden in einer Wärme von 30° bis 35° C. und 24 Stunden darauf in einem Zimmer von 14° C. mittlerer Temperatur. Der Verdampfungsverlust stieg hier auf 0,488 Grm. = 2,25 %. 9,248 Grm. des klaren opalisirenden Filtrates gaben 0,155 Grm. = 1,68 % dichten Rückstandes. Wir erhalten daher für 22,190 — (0,488 + 0,006) = 21,696 Grm. 0,3644 Grm. Die ursprünglichen 21,600 Grm führten à 1,31 % 0,283 Grm. Es waren mithin 0,0814 Grm. Eiweiß gelöst und 0,0106 Grm. zurückgeblieben. Die Verdauungsflüssigkeit hatte also $^{9}/_{10}$ aufgenommen.

Nr. 41. Seite 385 und 490.

Venturi's oder richtiger Bernoulli's Theorem des negativen Druckes auf Röhrenwände, durch welche Wasser fließt.

Fig 221

Denken wir aus einen Behälter A, B, C, K, Fig. 221, aus dem Wasser unter beständigem Drucke in die Röhre EE, DD, tritt, so sei die Mündung F_{11} verschlossen. Der hydrostatische Druck h wird dann der ganzen Druckhöhe $F_{11}\,G$ gleichen. Oeffnen wir F_{11} und flösse das Wasser mit der gesammten Geschwindigkeitshöhe h aus, so hätten die Wände EE_1 und DD_1 keinen Druck auszuhalten. Wäre aber die Geschwindigkeitshöhe bei F_{11} kleiner und $= h'$, so blieb $h - h'$ für die Wände. Da aber $h = \frac{v^2}{2g}$ und $h' = \frac{v'^2}{2g}$ ist, wenn v und v' die beziehungsweisen Geschwindigkeiten bedeuten (Nr. 9 und 21), so haben wir für den Wanddruck d' den Werth

$$d' = h - h' = h - \frac{v'^2}{2g}.$$

Strömte das Wasser in den Behälter $ABCK$ mit einer Geschwindigkeitshöhe h''' ein, so käme dieses noch als Druckgröße hinzu. Wir hätten dann

$$d'' = h + \frac{v'''^2}{2g} - \frac{v'^2}{2g} = h + \frac{1}{2g}(v'''^2 - v'^2).$$

Der letztere Ausdruck kann auch als

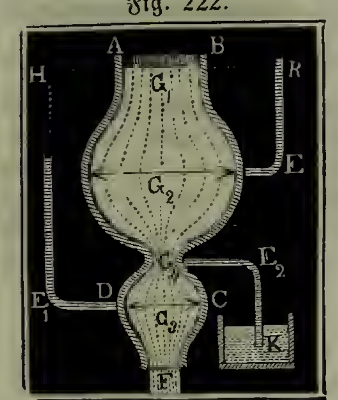
$$d'' = h - \left(\frac{v'^2}{2g} - \frac{v'''^2}{2g}\right) = h - \frac{1}{2g}(v'^2 - v'''^2)$$

aufgefaßt werden. Man sagt daher, daß die Druckgröße, die auf einem Orte der Wandung lastet, dem ursprünglichen hydrostatischen Drucke minus der Differenz der Geschwindigkeitshöhe des Durchflusses und der des Zuflusses gleicht.

Ist die Schnelligkeit des Zuflusses $= v'''$ größer, als die des Durchflusses v, so wird $\frac{1}{2g}(v'' - v')$ positiv. Der Druck auf die Wand gleicht nicht bloß dem hydrostatischen Drucke h, sondern wird auch um eine bestimmte Größe bedeutender ausfallen. Wird dagegen v' größer, wie v''', so haben wir einen Abzugswerth, um den sich h vermindert. Ist dann $\frac{1}{2g}(v'^2 - v'''^2)$ größer wie h, so wird d negativ, d. h. die Stelle der Röhrenwand hat nicht nur keinen positiven Druck zu tragen, sondern wird von der Atmosphäre nach innen gepreßt. Dieser Fall umfaßt das Bernoulli-Venturische Theorem.

Nehmen wir an, wir hätten einen vielgestaltigen Behälter $ABCDF$, Fig. 222. und die Ausgänge F und K seien verschlossen, so wird das Wasser in E und DE_1 zur Höhe von AB bis H und R steigen. Fließt es dagegen aus F unter beständigem Drucke ab, so haben die verschiedenen Theile der Wandungen ungleiche Druckverhältnisse auszuhalten. Der Querschnitt G_2, der die Geschwindigkeitshöhe $\frac{v''^2}{2g}$ hat, ist größer als G_1, dessen Geschwindigkeitshöhe $\frac{v'^2}{2g}$, und zwar in dem Verhältniß der Größenunterschiede von G_2 und G_1. Die Höhe $G_1 G_2$ ist $= h$. Wir haben also

Fig. 222.



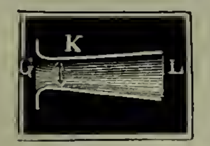
$$d'' = h + \frac{1}{2g}(v'^2 - v''^2) = h + x.$$

D. h. das Wasser der Röhre ER wird nicht bloß bis R, das in gleicher Höhe mit AB ist, steigen, sondern sich sogar noch bedeutender erheben.

Da G_4 um Vieles kleiner, wie G_1 ist, so muß auch seine Geschwindigkeitshöhe $\frac{v''''^2}{2g}$ größer wie $\frac{v'^2}{2g}$ sein. Geht dieses aber der Kleinheit der Bodenfläche, der Größe des nachfolgenden Behälterstückes oder anderer Ursachen wegen so weit, daß der jedenfalls negative Werth $\frac{1}{2g}(v'^2 - v''''^2)$ größer wie $G_4 G_1 = h''''$ wird, so muß auch d'''' negativ sein. Es wird nicht nur kein Wasser durch E_2 ausfließen, sondern noch von K eingesogen werden. Befindet sich in K Luft, so tritt ein mit Luftblasen vermengter Strahl zu F heraus. Enthielt K Farbestoff, so ist F gefärbt.

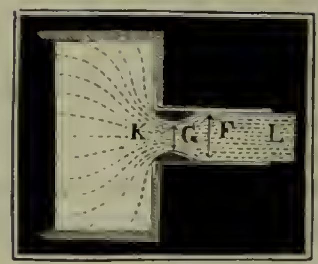
Das Wasser, das in DE_1 enthalten ist, kann der Größe des Querschnittes G_3 gemäß stationär bleiben oder nur bis zu einer bestimmten unter H liegenden Höhe steigen.

Fig. 223.



Strömt Wasser durch eine kegelförmige Ausflußröhre, GL Fig. 223., so haben wir in K einen negativen Druck, wenn der Strom von G nach L geht und G kleiner wie K ist. Fließt aber das Wasser bei L, so ist der Druck auf K größer, wie im Anfange des Ansatzrohres. Die Verengerung G, Fig. 224 a. d. f. S., die jeder Strahl FL bei seinem Ausfluß aus einem Behälter K in eine cylindrische Röhre erleidet, kann ebenfalls einen negativen

Fig. 224.



Druck bedingen. Beschleunigt eine an dem Ende eines Stromes angebrachte Saugwirkung die Geschwindigkeit des Stromes, so kann sie in ähnlicher Weise wirken. Ihre Druckhöhe wirkt dann natürlich der Geschwindigkeitshöhe des Zuflusses oder dem ursprünglichen hydrostatischen Drucke entgegen. Das Ganze hängt also nur davon ab, ob auf diese Art der Endwerth negativ wird oder nicht.

Nr. 42. Seite 429.

Versuche über die Druckgrößen, unter denen die venösen und arteriellen Klappen des Herzens des Menschen und des Kalbes schließen.

Das ganz frische Herz einer 41jährigen Frau wog nur 126,24 Grm. und hatte 149 C. C. in Umfang. Es ist dieses das kleinste Herz eines Erwachsenen, das mir je vorgekommen. War die dreizipfelige Klappe geschlossen, so betrug der Breitendurchmesser der rechten venösen Kammermündung 2,5 Centimeter und der Längendurchmesser 2,35 C. Die Oeffnungsfläche glich daher $\left(\frac{2,50 + 2,35}{4}\right)^2 \pi = 4,6186$ Quadr. Centimeter. Die Breite des Randes der geschlossenen Mitralklappe der linken Kammer ergab 2,25 C. und die Länge 1,85 C., mithin die Fläche der venösen Mündung 3,3006 Quadr. Centimeter. Dieser geringere Werth erklärt sich daraus, daß in todten Herzen die linke Kammer stärker als die rechte zusammengezogen ist. Der Unterschied wächst aber für die Fläche mit dem Quadrate der Halbmesser. Denn der mittlere Durchmesser glich in diesem Falle für die rechte venöse Mündung 1,2125 C. und für die linke 1,025 C. Wir haben mithin nur in dieser Hinsicht 1,9 Mm. Abweichung.

Solche Messungen liefern übrigens ungleiche Werthe, je nachdem sich das nachgiebige Herz in verschiedenen Zuständen befindet. Schnitt ich das Herz der erwähnten Frau nach Beendigung der Versuche auf, so ergab sich 1,3 Centimeter für die Länge, 3,10 C. für die Breite und 3,80 Quadr. C. für die Oberfläche der rechten und 1,70 C. für die Länge, 2,20 C. für die Breite und 2,99 Quadr. Centimeter für die Oberfläche der linken venösen Mündung. Die zur Klappenspannung nöthige Füllung der Ventrikel hatte mithin die rechte Oeffnung um beinahe $1/5$ und die linke um $1/9$—$1/10$ ausgedehnt. Der Halbmesser von jener betrug im erschlafften Zustande 1,1 C. und die von dieser 0,975 C., also der Unterschied 0,125 C.

Waren die halbmondförmigen Klappen gestellt, so glich der Durchmesser des Anfanges der Lungenschlagader 2,20 C. und die Fläche 3,80 Quadr. C. Schnitt ich die Arterie nach Beendigung des Versuches auf und breitete sie flächenartig aus, so maß ihr Umkreis an der Ursprungsstelle 6,7 C. Nennen wir aber diesen Werth p und den Halbmesser r, so ist $2 r \pi = p$. Folglich die Oberfläche $o = r^2 \pi = \frac{p^2}{4 \pi}$ und für unseren Fall $o = 3,57$ Quadr. Cent. Die zur Klappenstellung nöthige Füllung hatte mithin den Querschnitt um 0,23 Quadr. Cent. oder um ungefähr $1/15$—$1/16$ vergrößert.

Wurden die Klappen 29 Mal nach der §. 923. angegebenen Methode gestellt, so erhielt ich:

Herzventile.	Hydrostatischer Schlußdruck in Centimetern.						Zahl der Versuche.
	Wasser.			Quecksilber.			
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Dreizipfelige Klappe	7,0	3,2	4,5	0,51	0,24	0 ,33	9
Zweizipfelige Klappe	6,3	4,1	5,2	0,46	0,30	0,38	10
Halbmondförmige Klappen der Lungenschlagader	5,5	3,0	4,0	0,40	0,22	0,29	10

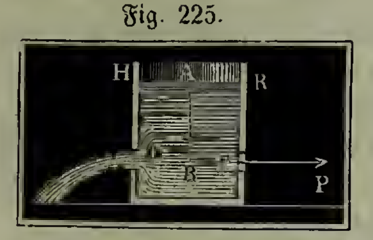
Eine zweite Versuchsreihe wurde an dem Herzen des Kalbes angestellt. Der Umkreis der aufgeschnittenen Lungenschlagader glich 7,5 Cent. und der der Aorta 8,0 Cent. Der Querschnitt betrug daher in der Höhe der Klappen 4,48 Quadr. Cent. für die Lungenarterie und 5,10 Q. C. für die Aorta. Die Beobachtungen ergaben:

Halbmondförmige Klappen der	Hydrostatischer Druck in Centimetern.						Zahl der Versuche.
	Wasser.			Quecksilber.			
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum	Mittel.	
Lungenschlagader	12,7	8,5	9,575	0,93	0,62	0,70	10
Aorta	9,4	7,8	8,480	0,69	0,57	0,62	10

Nr. 43. Seite 435.

Reactionsgröße, die der Ausfluß einer Flüssigkeit aus einem Behälter erzeugt und auf der die Thätigkeit des Segner'schen Rades beruht.

Fig. 225.



Nennen wir die Projection der Ausflußöffnung *O*, durch die der Flüssigkeitsstrahl hervortritt, *a*, die Druckhöhe $AB = h$ und die Eigenschwere des Fluidum *s*, so wird *ahs* die Größe der Reaction ausdrücken, die bei *F* nach *P* hin zu wirken sucht, vorausgesetzt, daß in *O* alle Druckhöhe als Geschwindigkeitshöhe gebraucht wird. Wird nicht diese Kraft auf dem Wege der Reibung oder des Widerstandes des Ganzen oder aus anderen Ursachen aufgehoben, so muß das Gefäß in der Richtung von *F* nach *P* hin fortrücken.

Eine mathematische Theorie des Segner'schen Rades und der hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse giebt E. Euler in den Novi Commentarii Petropolitani. Tom. VI. Petropoli, 1761. 4. p. 312—337.

Nr. 44. Seite 442.

Vergleichende Gewichts- und Maaßbestimmungen der beiden Kammern des gesunden Herzens.

Nro.	Thier.	Gewicht in Grammen.				Volumen in Cubikcentimetern.			
		Kammer		Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.	Kammer.		Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.
		rechte.	linke.			rechte.	linke.		
1	Männlich. Kaninchen	—	—	—	—	0,59	1,18	0,59	1:2,0
2	Weibliches Kaninchen	—	—	—	—	0,51	1,04	0,59	1:2,0
3	Junges Kaninchen .	0,51	1,02	—	1:2,0	—	—	—	—
4	Altes Kaninchen . .	1,27	2,52	—	1:1,94	—	—	—	—
5	Männlich. Kaninchen	0,37	0,78	—	1:2,11	—	—	—	—
	Mittel der Kaninchen		—	—	1:2,00	—	—	—	1:2,00
6	Männliche Katze . .	3,02	7,00	—	1:2,32	—	—	—	—
7	Weibliche Katze . .	2,38	5,26	2,75	1:2,21	2,18	4,76	2,57	1:2,18
8	Männliche Katze . .	2,59	4,72	3,80	1:1,82	2,38	4,46	3,07	1:1,87
	Mittel der Katzen .	—	—	—	1:2,12	—	—	—	1:2,03
9	Alte Hündinn . .	—	—	—	—	34,7	68,2	33,7	1:1,97
10	Männlicher Jagdhund	33,2	64,5	—	1:1,94	—	—	—	—
11	Junger Hund . .	4,49	9,10	—	1:2,03	—	—	—	—
	Mittel der Hunde .	—	—	—	1:1,99	—	—	—	1:1,97
12	Kalb	—	—	—	—	87,7	172,5	—	1:1,97
13	Kleiner Ochse . . .	—	—	—	—	390	888	270	1:2,28
	Mittel der jüngeren und älteren Ochsen	—	—	—	—	—	—	—	1:2,13
14	15jähriger Wallach .	—	—	—	—	98,60	1902,7	909,7	1:1,93
15	22jährige Stute . .	421,4	908	434,5	1:2,16	400,7	852,9	414,6	1:2,13
16	Pferd	565	1034	495	1:1,83	515,7	959,3	414,6	1:1,86
17	Pferd	526	1050	478	1:1,996	—	—	—	—
18	Pferd	520	1024	470	1:1,97	—	—	—	—
	Mittel der Pferde .	—	—	—	1:1,99	—	—	—	1:1,97
19	Schaaf	—	—	—	—	30,2	67,9	33,8	1:2,25
20	Desgleichen . . .	22,4	43,3	30,72	1:2,20	—	—	—	—
21	Schwein	20,4	42,4	14,75	1:2,08	—	—	—	—
22	Desgl.	60,5	131,97	—	1:2,18	—	—	—	—
23	Desgl.	72,2	144,5	66,5	1:2,00	—	—	—	—
	Mittel der Schweine	—	—	—	1:2,12	—	—	—	—
24	Weißer Fuchs . .	—	—	—	—	7,5	15,5	6,7	1:2,06
25	13 Tage alter Bär .	0,91	1,77	0,72	1:1,95	—	—	—	—
26	33jähriger Erhängter	52,08	108,22	41,30	1:2,08	50,0	101,4	38,6	1:2,03
27	Sehr kleines Herz e. 41j. phthisischen Frau	19,62	40,26	22,26	1:2,05	19,9	41,0	22,2	1:2,06
	Mitl. beider Menschen	—	—	—	1:2,07	—	—	—	1:2,05

Nr. 45. Seite 443.

Vergleichende Gewichts- und Maaßbestimmungen der beiden Herzkammern kranker Menschen.

Nro.	Mensch.	Krankheitserscheinungen.	Gewicht in Grammen. Kammer. rechte.	linke.	Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.	Volumen in Cubikcentimet. Kammer. rechte.	linke.	Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.
1	38jährige Frau	Alter chronischer Katarrh. Allgemeine Wassersucht. Blasebalggeräusch des ersten Herztones. Hypertrophie des Herzens. Verknöcherung d. dreizipfeligen Klappe. Blasenemphysem der Lungen.	102,5	90,7	41,6	1:0,855	100,0	92,2	36,9	1:,092
2	Frau	Allgem. Wassersucht. Faustgroße Vomica an d. Spitze der rechten, durch und durch tuberculösen Lunge. Zerstreute Vomicä der linken Lunge. Spuren vorangegangener Bauchfellentzündung.	63,57	70,10	39,60	1:1,10	—	—	—	—
3	Mann	Langwieriger Katarrh. Alte Brustwassersucht und zuletzt allgem. Wassersucht. Anchylose des Ellenbogengelenkes, des Kniees und des Fußes der rechten Seite.	107,4	121,8	55,0	1:1,134	—	—	—	—
4	22jährig. Mann	Alte Lungentuberculose mit alten Vomicis an den Spitzen der Lungen. Frische acute Lungentuberculose	69,1	105,0	—	1:1,52	—	—	—	—
5	40jährige Frau	Hysterie. Hepatisation der ganzen rechten Lunge. Emphysem der linken Lunge. Narben an den Lungenspitzen. Vernarbtes Magengeschwür.	46,83	73,43	—	1:1,568	—	—	—	—
6	7jähriges Mädchen	Miliartuberkeln der Lungen.	16,71	27,41	11,56	1:1,64	—	—	—	—

Nro.	Mensch.	Krankheitserscheinungen.	Gewicht in Grammen.				Volumen in Cubikcentimet.			
			Kammer. rechte.	Kammer. linke.	Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.	Kammer rechte	Kammer linke.	Scheidewand.	Verhältniß der rechten zur linken Kammer.
7	Frau	Anämie u. Darmschwindsucht.	32,9	55,9	—	1:1,70	—	—	—	—
8	Großer musculöser Mann mittleren Alters	Hepatisation an einzelnen Stellen beider Lungen in Eiterung übergehend.	58,5	106,0	45,1	1:1,81	—	—	—	—
9	Buckelige Frau	Absceß in der Gegend des viereckigen Lendenmuskels Bauchfellentzündung u Ausschwitzungen in der Bauchhöhle.	32,03	59,96	24,72	1:1,87	—	—	—	—
10	14 jähriger Knabe	Nervenfieber	30,22	57,70	—	1:1,91	—	—	—	—
11	14 jährig. Knabe	Beinhautentzündung des linken Schienbeines; bedeutende Abscеßbildung, Venenentzündung; Lungenentzündung mit Erguß in die Brusthöhle.	35,7	68,7	23,6	1:1,92	—	—	—	—
12	23 jährig. Mädchen	Acute Tuberculose des Bauchfells.	33,03	65,65	—	1:1,99	—	—	—	—
13	65 jährig. Mann	Tod in Folge der Operation eines sehr großen Markschwammes des Oberkiefers.	42,4	84,4	32,6	1:1,99	43,6	85,3	—	1:1,96
14	Mann in mittleren Jahren	Muskelabscesse. Verdacht der Ansteckung von Rotz der Pferde. Das Herz schon in Fäulniß übergegangen und mürbe.	52,2	123,6	—	1:2,37	—	—	—	—

Die in der dritten Columne verzeichneten Krankheitsverhältnisse rühren von Miescher's Mittheilungen her. Sie wurden größtentheils von ihm selbst nach der Behandlung im Leben und den von ihm gemachten Leichenöffnungen zusammengestellt.

Nr. 46. Seite 444.

Vergleichende Gewichts- und Maaßbestimmungen der beiden Vorhöfe.

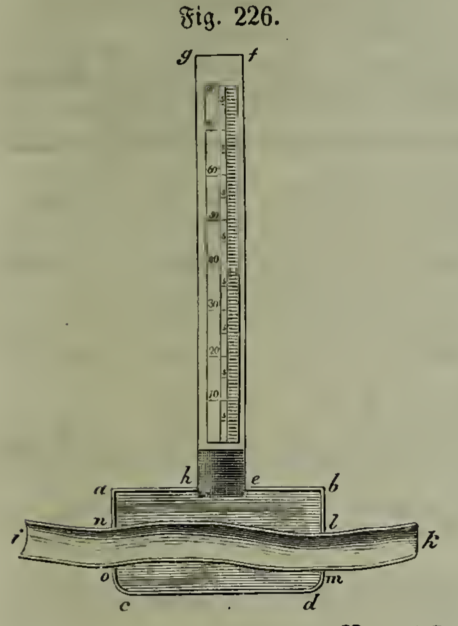
Nro.	Mensch.	Gewicht in Grammen. Vorhof. rechter.	linker.	Scheidewand.	Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe.	Volumen in Cubikcentimetern. Vorhof. rechter.	linker.	Scheidewand.	Verhältniß des rechten zum linken Vorhofe.
1	33 jähriger Erhenkter	14,29	20,85	1,76	1:1,46	13,0	18,4	1,49	1:1,42
2	41 jährige an Leberverhärtung gestorbene Frau					14,7	22,8	5,0	1:1,55

Der Hund ergab 1:1,40 und das Schaaf 1:1,38.

Nr. 47. Seite 449.

Bestimmung der während des Pulsschlages eintretenden verhältnißmäßigen Ausdehnung des Arterienrohres.

Fig. 226.



Nennen wir den Durchmesser des Schlagaderstückes $nm = d$, die Länge $nl = l$ und die Dicke der Wand nl oder $om = w$, den Durchmesser der Röhre $hf = m$ und die Steighöhe der Flüssigkeitssäule n, so haben wir für den Rauminhalt des gesammten Schlagaderstückes $\frac{1}{4} d^2 l\pi$, für den der eingeschlossenen Blutsäule $\frac{1}{4}(d-w)^2 l\pi$ und für den des Vergrößerungsraumes im Augenblicke der Diastole $\frac{1}{4} m^2 n\pi$. Führen wir den letzteren Werth auf die Schlagader im Ganzen zurück, so erhalten wir $\frac{d^2}{m^2} \cdot \frac{l}{n}$. Der Vergleich mit der bloßen eingeschlossenen Blutsäule giebt $\frac{(d-w)^2}{m^2} \cdot \frac{l}{n}$. Beide Zahlen verhalten sich daher $= d^2 : (d-w)^2$.

Nr. 48. Seite 462.

Winkelbestimmungen der Theilungen und Krümmungen einzelner Schlagadern des menschlichen Körpers.

So leicht es auf den ersten Blick scheint, Untersuchungen der Art anzustellen, so viele fast unüberwindliche Schwierigkeiten stellen sich der genauen Erledigung dieses Punktes entgegen. Die meisten Schlagadern verlaufen nicht gerade, sondern bogig oder sonst gekrümmt; ihre Neigungswinkel wechseln selbst mit dem Drucke im Leben und der Leerheit oder Füllung nach dem Tode. Man ist daher nur im Stande annähernde Mittelwerthe zu finden.

Die Anlegung eines von Horn verfertigten durchsichtigen Transporteurs führt nur

zu sehr unbestimmten Resultaten. Die Triangulation dagegen giebt ziemlich befriedigende Werthe für gerade verlaufende Schlagadern. Schlängelungen fordern mindestens zwei Dreieckbestimmungen, eine am Anfange und eine am Ende, um wenigstens ein annäherndes Resultat zu erhalten.

Man sticht eine Nadel an dem Winkelpunkte der Schlagader oder in der Mitte der Biegung ein, setzt zwei andere auf beliebige Punkte der Seitenäste und ermittelt die gegenseitigen Entfernungen dieser drei Punkte so genau als möglich. Nennen wir die eine Seite, die dem gesuchten Winkel anliegt, die Hauptseite $= a$, die zweite, die Nebenseite $= b$ und die, welche gegenübersteht, die Gegenseite $= c$ und $\frac{1}{2}(a+b+c) = m$, so erhalten wir, wenn wir den Winkel selbst mit φ bezeichnen:

$$\log. \sin. \tfrac{1}{2}\varphi = \tfrac{1}{2}[20 + \log.(m-a) + \log.(m-b) - (\log. a + \log. b)]$$

Haben wir $a = b$ gemacht, so wird $m = a + \frac{c}{2}$ und daher

$$\log. \sin. \tfrac{1}{2}\varphi = 10 + \log. \frac{c}{2} - \log. a.$$

Es ist jedoch für die praktische Anwendung leichter und sicherer, ein ungleichschenkliges als ein gleichschenkliges Dreieck abzustechen.

Es ergab sich auf diesem Wege:

I. 33jähriger Mann, der sich erhenkt hatte.

Nro.	Arterie.	Maaß in Millimetern. Hauptseite $= a$.	Nebenseite $= b$.	Gegenseite $= c$.	Winkel.
1	Winkel zwischen dem ungenannten Stamme und der linken Carotis .	14,75	14,5	9,6	38°18′
2	Neigungswinkel der linken Carotis gegen die Aorta	19,8	15,5	23,1	80°45′
3	Linker Neigungswinkel der linken Schlüsselbeinschlagader gegen die Aorta	11,1	2,6	11,9	101°38′
4	Unterer gegen das Becken gekehrter Neigungswinkel der Eingeweidepulsader zur Aorta	6,9	10	7,6	49°23′
5	Nach dem Becken gekehrter Neigungswinkel der oberen Gekrösschlagader gegen die Aorta . . .	13,5	13	18	85°13′
6	Spaltung der Aorta in die beiden gemeinschaftlichen Hüftpulsadern .	29	30,1	29,6	60°12′
7	Nach dem Becken gekehrter Winkel der rechten Nierenarterie und der Aorta	17,25	16,5	23,3	87°17′
8	Derselbe Winkel der linken Nierenschlagader	22,9	7,0	23,8	88°45′
9	Rechte Hirncarotis im Carotidencanal a. Erster (unterer) Biegungswinkel	15,6	10,5	20,0	98°8′
10	b. Zweiter Biegungswinkel . . .	5,5	7,25	11,25	123°14′
11	c. Dritter Biegungswinkel . . .	6,05	6,0	11,6	148°36′
12	d. Vierter Biegungswinkel (an der Eintrittsstelle in den Schädel) .	9,5	6,0	12,25	102°3′

II. 35 Jahr alte an Schwindsucht verstorbene Frau.

Nro.	Arterie.	Maaß in Millimetern.			Winkel.
		Hauptseite = *a*.	Nebenseite = *b*.	Gegenseite = *c*.	
13	Theilung der Aorta in die beiden Iliacae	16,9	13,55	17,8	70°34′
14	Linke Hirncarotis. a. Biegung unmittelbar vor dem Eintritt in den Carotidencanal	9,8	10,5	17,325	117°8′
15	b. Erste (unterste) Biegung im Carotidencanal	10,375	11,1	16,1	97°4′
16	c. Zweite Biegung	8,75	7,65	14,1	118°26′
17	d. Dritte Biegung	6,5	4,475	8,55	100′24′
18	e. Vierte Biegung (an der Eintrittsstelle in die Schädelhöhle)	4,35	4,9	6,65	91°14′

Alle Gefäße waren mit Ausnahme der Carotiden nicht injicirt. Die Seitenwerthe der beiden Carotiden und der Hüftpulsadern der Frau sind nach den aus vielen Einzelbeobachtungen gezogenen Mitteln bestimmt. Alle Theile befanden sich noch in ihrer natürlichen Lage in der Leiche. Die Eingeweide und die obere Gekröspulsader wurden nach Entfernung der Eingeweide und in dem Zustande, in den sich die Schlagaderstümpfe von selbst begeben hatten, bestimmt.

Läßt man die obere Gekrösarterie bei Seite, so muß es auffallen, daß fast keiner der gefundenen Winkel um 3° von einem Winkel abweicht, der durch 10 theilbar und mithin ein einfaches Product von $1/_{36}$ von 4 Rechten oder ein natürlicher Winkel ist. Die einzige Ausnahme Nr. 10 weicht so unbedeutend ab, daß sie nicht einmal mit Recht als eine Gegenerfahrung angesehen werden kann.

Nr. 49. Seite 463, 495 und 497.

Bestimmungen der Halbmesser und der Querschnitte einer Reihe von Schlagadern eines kräftigen 33jährigen Mannes, der sich erhenkt hatte.

Man verfährt bei solchen Untersuchungen am zweckmäßigsten, wenn man einen schmalen Ring aus der Schlagader ausschneidet, ihn aufschlitzt, ausbreitet, so den Umkreis des Ganzen an der Innenhaut der Arterie bestimmt und die Oberfläche auf die Nr. 42 angegebene Weise berechnet. Die Beobachtungsfehler verkleinern sich natürlich hierdurch um das $3^1/_{10}$ fache für die Halbmesser.

Schlagader.	Umkreis der Innenhaut in Centimetern.	Halbmesser in Centimetern.	Querschnitt in Quadratcentimetern.
Aorta dicht vor dem Durchgange durch das Zwerchfell	4,30	0,684	1,471
Aorta in dem Niveau des Ursprunges der Eingeweidepulsader	4,08	0,649	1,325
Aorta in dem Niveau des Ursprunges der oberen Gekrösschlagader	4,00	0,637	1,273
Aorta in dem Niveau des Ursprunges der Nierenarterien	3,90	0,621	1,210
Aorta dicht über der Theilung in die beiden Hüftpulsadern	3,56	0,567	1,009
Ungenannt. Stamm	3,125	0,497	0,777
Linke Carotis	1,87	0,298	0,278
Linke Schlüsselbeinpulsader	1,55	0,245	0,191
Eingeweidepulsader	1,58	0,252	0,199
Obere Gelröspulsader	1,56	0,248	0,194
Rechte Nierenschlagader	1,745	0,278	0,242
Linke Nierenschlagader	1,70	0,271	0,230
Rechte Hüftarterie	2,50	0,398	0,497
Linke Hüftarterie	2,46	0,392	0,482
Rechte Beckenpulsader	1,60	0,255	0,204
Rechte Schenkelschlagader oder unmittelbar über dem Abgange d. Beckenpulsader	2,15	0,342	0,368
Rechte Armschlagader in der Ellenbogenbuge	1,40	0,223	0,156
Rechte Speichenarterie an ihrem Ursprunge	0,55	0,088	0,024
Rechte Speichenarterie, da wo der Puls gefühlt wird	0,61	0,097	0,030
Samenschlagader	0,34	0,054	0,009

Nr. 50. Seite 466.

Bestimmung der Wanddicke größerer Schlagadern.

Die mikrometrischen Prüfungen erfordern nur eine größere Zahl von Maaßbestimmungen. Ich entnahm in der Regel 12 bis 36 an verschiedenen Punkten und trug das Mittel dieser Einzelbeobachtungen ein.

Was die Gewichtsbestimmungen betrifft, so sei die Eigenschwere des Arterienriemens $= s$, das Gewicht in feuchtem oder trockenem Zustande $= g$ Grm., die Breite $= b$ und die Höhe $= h$. Die Dicke d ist dann

$$d = \frac{g}{b\,.\,h\,.\,s}.$$

Nennen wir den Halbmesser zweier Schlagadern r und r', die Druckhöhe h und h' und die Dicken d und d', so haben wir nach dem hydraulischen Theorem der Wanddicke

$$d : d' = h\,r : h'\,r'$$

und wenn $h = h'$

$$d : d' = r : r'.$$

Betrachten wir aber die relative Wanddicke der Schlagadern als einen Factor des auf ihnen lastenden absoluten Druckes oder der lebendigen Kraft des Blutes, so erhalten wir, da die relative Festigkeit mit dem Quadrate der Dicke wächst:

$$d^2 : d'^2 = r^2 h \pi : r'^2 h' \pi \text{ oder}$$

$$d : d' = r \sqrt{h} : r' \sqrt{h'}.$$

wird $h = h'$, so ist wiederum

$$d : d' = r : r'.$$

Würde $h : h' = 1 : 2$, so hätten wir

$$d : d' = r : 1{,}4142\ r'.$$

Ist der empirisch gefundene Durchschnittscoefficient für $r' = 1{,}34$, so erhalten wir $h : h' = 1 : 1{,}8$. Dieser Werth ergiebt sich aus den in den beiden folgenden Tabellen verzeichneten Einzelzahlen.

I. Maaßbestimmungen, die unter dem Mikroskope mittelst des Mikrometers erhalten wurden.

Geschöpf.	Schlagader.	Maaß in Millimetern.				Verhältnißzahlen.	
		Umkreis.	Halbmesser.	Querschnitt in Quadr. Mm.	Mittlere Wanddicke.	der Halbmesser.	der Wanddicke.
33jähriger Mann, der sich erhenkt hatte	Lungenarterie	—	—	—	1,058	—	1,00
	Aufsteigende Aorta	—	—	—	1,498	—	1,42
22jähriger Schwindsüchtiger	Lungenarterie	—	—	—	1,086	—	1,00
	Aufsteigende Aorta	—	—	—	1,501	—	1,38
Schaaf	Lungenarterie	—	—	—	1,293	—	1,00
	Aorta	—	—	—	1,711	—	1,32
Dasselbe	Aorta, 9 Millimeter oberhalb des Ansatzes der halbmondförmigen Klappen	42,5	6,76	143,74	1,711	1,00	1,00
—	Ungenannter Stamm an seinem Ursprunge	27,0	4,30	58,01	1,060	0,64	0,62
—	Aortenbogen	33,5	5,33	89,31	1,315	0,79	0,77
—	Mitte der Brustaorta	30,9	4,92	75,98	1,083	0,73	0,63
—	Unterer Theil der Brustaorta	26,5	4,22	55,83	1,001	0,62	0,59

II. Gewichtsbestimmungen und hieraus berechnete Wanddicke.

Geschöpf.	Schlagader.	Maaß in Millimetern.				Verhältnißzahlen.	
		Umkreis.	Halbmesser.	Querschnitt in Quadr. Mm.	Mittlere Wanddicke.	der Halbmesser.	der Wanddicke.
7jähriges an Tuberkeln verstorbenes Mädchen	Lungenarterie	37	5,89	108,94	1,52	1,00	1,00
	Aorta am Anfange	36,5	5,81	106,02	1,98	0,99	1,30
Mann in mittleren Jahren	Lungenschlagader	79	12,57	497,78	1,86	1,00	1,00
	Aorta über den Klappen	75,5	12,02	453,61	2,35	0,96	1,26
Derselbe	Aufsteigende Aorta	75,5	12,02	453,61	2,35	1,00	1,00

Geschöpf.	Schlagader.	Maaß in Millimetern.				Verhältnißzahlen.	
		Umkreis.	Halbmesser.	Querschnitt in Quadr. Mm.	Mittlere Wanddicke.	der Halbmesser.	der Wanddicke.
Mann in mittl. Jahren	Aortenbogen	73	11,62	424,07	2,32	0,97	0,99
»	Brustaorta	48	7,64	183,35	1,70	0,64	0,72
»	Ungenannter Stamm	34,5	5,49	94,72	—	0,46	—
»	Rechte Carotis	23,4	3,72	43,57	1,26	0,31	0,54
»	Linke Carotis	23,25	3,70	43,01	1,24	0,31	0,53
»	Rechte Schlüsselbeinschlagader	26,4	4,20	55,46	1,24	0,35	0,53
»	Linke Schlüsselbeinschlagader	24,25	3,86	46,80	1,54	0,31	0,65
Pferd	Aufsteigende Aorta, 3 Centimeter über den Klappen	130,8	20,82	1361,5	6,09	1,00	1,00
»	Brustaorta dicht unter der ersten Zwischenrippenschlagader	99,0	15,76	779,9	6,47	0,76	1,55
»	Brustaorta an der vierten Zwischenrippenschlagader	84,6	13,46	5 9,5	4,07	0,65	0,67
»	Brustaorta unter der sechsten Zwischenrippenschlagader	71,5	11,38	406,8	3,46	0,55	0,57
»	Brustaorta unter der achten Zwischenrippenschlagader	64,0	10,19	325,9	2,56	0,49	0,42
»	Vordere Aorta	65,0	10,35	336,2	3,46	0,50	0,57
»	Linke Schlüsselbeinschlagader	56,0	8,91	249,6	2,63	0,43	0,43
»	Gemeinschaftlicher Stamm beider Carotiden	32,25	5,13	82,76	3,46	0,25	0,57
»	Rechte Carotis unmittelbar über ihrem Ursprunge	24,25	3,86	46,80	3,34	0,19	0,39
»	Rechte Carotis 6 Centimeter höher	20,75	3,30	34,26	1,85	0,16	0,30

Nr. 51. Seite 481.

Beobachtungen über die mittlere Geschwindigkeit des Capillarkreislaufes in der Schwimmhaut der Frösche.

Die Untersuchungen wurden an zwei weiblichen Fröschen, die der Brunst nahe waren, angestellt. Der von dem Blute durchlaufene Raum glich 0,327 Mm. in dem ersten und 1,128 Mm. in dem zweiten Thiere.

Thier.	Gefäße.	Mittlere Secundengeschwindigkeit in Millimetern.			Zahl der Beobachtungen.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Erster Frosch	Feinere Capillaren	0,44	0,22	0,291	4
»	Desgleichen	0,20	0,17	0,187	2
»	Mittel	—	—	0,239	6
Zweiter Frosch	Feinere Capillaren	1,11	0,66	0,703	5
»	Desgleichen	1,11	0 66	0,744	5
»	Desgleichen	1,11	0,88	0,811	4
»	Desgleichen	—	—	0,857	4
»	Mittel	—	—	0,779	18
»	Mittel der sämmtlichen feinen Capillaren	—	—	0,509	24
Erster Frosch	Mikroskopische Vene	0,306	0,254	0,287	3
Zweiter Frosch	Desgleichen	—	—	0,857	4
	Mittel	—	—	0,572	7

Nr. 52. Seite 494.

Indirecte Bestimmungsweise der Blutmenge eines Thieres auf dem Wege der Wassereinspritzung.

Nehmen wir an, die absolute Menge einer Salzlösung oder des Blutes eines Geschöpfes sei $= x$ und eine von ihr entnommene Quantität $= a$ gäbe einen procentigen Rückstand $= b$. Füge ich nun eine bestimmte Menge Wasser $= c$ hinzu und erhalte ich jetzt einen procentigen festen Rückstand $= d$, so reichen die Werthe von a, b, c und d hin, um aus ihnen x zu berechnen.

War die ursprüngliche Menge $= x$, so glich sie nach der Entfernung von a dem Werthe $x - a = y$. Da aber 100 Theile von y ihrem festen Rückstande nach b Theilen entsprechen, so haben wir, wenn z die absolute Menge der überhaupt vorhandenen dichten Stoffe bezeichnet, $z = y \cdot \frac{b}{100}$. Wurde später c Wasser hinzugefügt, so beträgt das Ganze $y + c$. Enthält es jetzt $d\%$ fester Stoffe, so wird der gesammte feste Rückstand, dessen Menge durch den Wasserzusatz nicht verändert worden, $z = (y + c)\frac{d}{100}$ sein. Daher

$$y \cdot \frac{b}{100} = (y + c)\frac{d}{100} \text{ und folglich}$$

$$y = \frac{c\,d}{b - d} = \frac{c}{\frac{b}{d} - 1}. \text{ Mithin}$$

$$x = a + \frac{c\,d}{b - d} = a + \frac{c}{\frac{b}{d} - 1}$$

Nr. 53. Seite 494.

Aus den Versuchen berechnete Blutmengen.

Nro.	Thier.	Geschlecht.	Gewicht in Kilogrammen. des Körpers.	Gewicht in Kilogrammen. des Blutes.	Verhältniß des Gewichtes des Körpers zu dem des Blutes.
1	Großer starker Wolfshund . . .	Männlich	24,964	5,612	1 : 4,45
2	Großer Fleischerhund	Männlich	40,386	9,329	1 : 4,33
3	Hund mit Lähmung der Hinterbeine	Männlich	12,310	2,851	1 : 4,32
	Mittel der männlichen Hunde . .	—	—	—	1 : 4,37
4	Hühnerhund	Weiblich	16,770	3,399	1 : 4,93
5	Alter Hund	Weiblich	6,125	1,450	1 : 4,22
6	Trächtige Hündinn	—	14,050	3,443	1 : 4,08
	Mittel der weiblichen Hunde . .	—	—	—	1 : 4,41
	Mittel der Hunde überhaupt . .	—	—	—	1 : 4,39
7	Katze	Weiblich	1,991	0,362	1 : 5,50
8	Katze	Weiblich	0,7015	0,1157	1 : 6,06
	Mittel der Katzen	—	—	—	1 : 5,78
	Mittel der untersuchten Fleischfresser	—	—	—	1 : 4,74
9	Durch Onanie herabgekom. Schaaf	—	11,202	2,229	1 : 5,03
10	Kaninchen	—	1,229	0,198	1 : 6,21
11	Kaninchen	—	1,050	0,166	1 : 6,32
	Mittel der Kaninchen	—	—	—	1 : 6,27
	Mittel d. untersuchten Pflanzenfresser	—	—	—	1 : 5,85
	Mittel aller untersucht. Säugethiere	—	—	—	1 : 5,04

Nr. 54. Seite 495 und 502.

Schätzungswerthe der mittleren Blutmengen des menschlichen Körpers nach Quetelet's[1]) mittlerer Gewichtstabelle des entkleideten Menschen.

Da die an Hunden angestellten Beobachtungen die meiste Bürgschaft darbieten und in ihnen die Störungen, welche die Füllung des Nahrungsinhaltes verursacht, einen geringeren Einfluß als in den Pflanzenfressern ausüben, so wurden sie für den gefundenen Werth (Nr. 53.) den Berechnungen der menschlichen Blutmenge zum Grunde gelegt.

Alter in Jahren.	Mann.		Frau.	
	Körpergewicht in Kilogr.	Blutmenge in Kilogr.	Körpergewicht in Kilogr.	Blutmenge in Kilogr.
Neugeborener	3,20	0,732	2,91	0,660
1 Jahr	9,45	2,163	8,79	1,993
2 Jahre	11,34	2,595	10,67	2,420
3 »	12,47	2,854	11,79	2,674
4 »	14,23	3,256	13,00	2,948
5 »	15,77	3,609	14,36	3,256
6 »	17,24	3,945	16,00	3,628
7 »	19,10	4,371	17,54	3,977
8 »	20,76	4,750	19,08	4,327
9 »	22,65	5,183	21,36	4,844
10 »	24,52	5,611	23,52	5,333
11 »	27,10	6,201	25,65	5,816
12 »	29,82	6,824	29,82	6,762
13 »	34,38	7,867	32,94	7,469
14 »	38,76	8,870	36,70	8,322
15 »	43,62	9,982	40,37	9,154
16 »	49,67	11,366	43,57	9,880
17 »	52,85	12,094	47,31	10,728
18 »	57,85	13,238	51,03	11,571
20 »	60,06	13,744	52,28	11,855
25 »	62,93	14,400	53,28	12,082
30 »	63,65	14,565	54,33	12,320
40 »	63,67	14,570	55,23	12,524
50 »	63,46	14,522	56,16	12,735
60 »	61,94	14,174	54,30	12,313
70 »	59,52	13,620	51,51	11,680
80 »	57,83	13,234	49,37	11,195
90 »	57,83	13,234	49,34	11,188

[1]) Quetelet, Vom Menschen. Deutsche Ausgabe von Riecke. Stuttgart, 1838. 8. Seite 366.

Nr. 55. Seite 423.

Vergleichung der mittleren Dauer eines Pulsschlages mit der Zeit, die von dem Anfange des ersten Herztones bis zum zweiten verläuft.

Individuum und Alter.	Zahl in der Minute		Mittlere Dauer		Abweichung der Dauer der Herztöne von der Hälfte der Zeit eines Pulsschlages.
	der Pulsschläge.	der Pendelschwingungen	eines Pulsschlages.	des ersten Herztones und des Anfanges des zweiten.	
L. 26 Jahre alt.	64	132	0,938	0,455	$-0{,}014 = 1/33 - 1/34$.
	64	128	0,938	0,469	0,000.
	65	136	0,923	0,441	$-0{,}021 = 1/22$.
T. 24 Jahr.	94	160	0,638	0 375	$+0{,}056 = 1/5 - 1/6$.
	88	154	0,682	0,390	$+0{,}051 = 1/6 - 1/7$.
	86	160	0,697	0,375	$+0{,}026 = 1/18$.
W. L. 21 Jahr.	79	144	0,760	0,417	$+0{,}037 = 1/10 - 1/11$.
	78	150	0,770	0,400	$+0{,}015 = 1/25 - 1/26$.
	78	156	0,770	0,385	0,000.
H. 20 Jahr.	81	158	0,741	0,380	$+0{,}009 = 1/41 - 1/42$.
	80	152	0,750	0,395	$+0{,}020 = 1/18 - 1/19$.
	80	148	0,750	0,405	$+0{,}030 = 1/12 - 1/13$.
K. 23 Jahr.	65	142	0,923	0,422	$-0{,}040 = 1/11 - 1/12$.
	63	132	0,952	0,455	$-0{,}021 = 1/22 - 1/23$.
	62	128	0,968	0,469	$-0{,}020 = 1/24 - 1/25$.
Kr. 21 Jahr.	95	144	0,632	0,416	$+0{,}100 = 1/4 - 1/5$.
	94	140	0,638	0,428	$+0{,}109 = 1/3 - 1/4$.
	92	142	0,652	0,423	$+0{,}097 = 1/3 - 1/4$.
Ich 36 Jahr.	64	154	0,938	0,390	$-0{,}079 = 1/6$.
	66	154	0,909	0,390	$-0{,}065 = 1/7$.
	66	154	0,909	0,390	$-0{,}065 = 1/7$.
Mittel aus allen 21 Beobachtungen.	76,38	141,33	0,786	0,425	$+0{,}032 = 1/12 - 1/18$.
Mittel der 18 Beobachtungen, die an Kr. angestellten Erfahrungen ausgenommen.	72,39	141,22	0,829	0,425	$+0{,}010 = 1/41 - 1/42$.

Nr. 56. Seite 498.

Vergleichung der mittleren Zahl der Pulsschläge mit den Mittelwerthen der Körperlängen.

Legt man die beiderseitigen Werthe von Quetelet zum Grunde und nennt n und n' die Mittelzahlen der Pulsschläge und d und d' die Mittelgrößen der Körperlängen, so hat man nach Rameaux und Serrus $n' = n\sqrt{\frac{d}{d'}}$ oder

$$n : n' = \sqrt{d'} : \sqrt{d} \text{ und}$$
$$n^2 : n'^2 = d' : d \text{ oder}$$
$$n^2 d = n'^2 d'.$$

D. h. die Producte der Quadrate der Pulsschläge und der Körperlängen sollten hiernach den gleichen Werth in jedem Lebensalter liefern.

Man erhält dann nach Quetelet's Tabellen:

Alter in Jahren.	Mann.				Frau.			
	Mittlere Körperlänge in Metern.	Mittlere Zahl der Pulsschläge.			Mittlere Körperlänge in Metern.	Mittlere Zahl der Pulsschläge.		
		berechnet.	gefunden.	Unterschied.		berechnet.	gefunden.	Unterschied.
Neugeborener	0,500	128,45	136	$-\frac{1}{18}$	0,490	192,78	136	$-\frac{1}{22}$
5 Jahre	0,988	91,28	88	$+\frac{1}{27}$	0,974	92,00	88	$+\frac{1}{22}$
10 »	1,275	80,43	78	$+\frac{1}{32}$	1,248	81,32	78	$+\frac{1}{23}$
15 »	1,546	73,06		$-\frac{1}{16}$	1,499	74,20		$-\frac{1}{21}$
20 »	1,674	70,20	69,5	$+\frac{1}{93}$	1,572	72,45	69,5	$+\frac{1}{24}$
30 »	1,684	70,00	71,0	$-\frac{1}{71}$	1,579	72,30	71,0	$+\frac{1}{63}$
40 »	1,684	70,00	70,0	—	1,579	72,30	70,0	$+\frac{1}{30}$
50 »	1,674	70,20		$+\frac{1}{350}$	1,536	73,30		$+\frac{1}{21}$
60 »	1,639	71,00	—	—	1,516	73,78	—	—
70 »	1,623	71,30	—	—	1,514	73,80	—	—
80 »	1,613	71,52	—	—	1,506	73,87	—	—
90 »	1,613	71,52	—	—	1,505	73,87	—	—

Nr. 57. Seite 498.

Beziehungen der Mittelzahlen der Pulsschläge und der Körpergewichte in den verschiedenen Lebensaltern.

Nennen wir die Körperlängen d und d' und die Körpergewichte g und g', so haben wir nach Quetelet[1]) annähernd:

$$d^5 : d'^5 = g^2 : g'^2.$$

Nun ergiebt sich aus Nr. 56

$$d : d' = n'^2 : n^2. \text{ Mithin}$$
$$g^2 : g'^2 = n'^{10} : n^{10}.$$

D. h. die zehnten Potenzen der Pulsschläge verhalten sich umgekehrt, wie die Körpergewichte.

Legen wir die Quetelet'schen Gewichtsbestimmungen zum Grunde, so erhalten wir:

[1]) Quetelet, a. a. O. S. 370.

Alter in Jahren.	Mittleres Körpergewicht in Kilogrammen.		Mittlere Zahl der Pulsschläge in der Minute.		
			Berechnet.		Gefunden.
	Mann.	Frau.	Mann.	Frau.	
Neugeborener	3,20	2,91	127,31	126,12	136
1 Jahr	9,45	8,79	102,52	101,10	123
2 Jahre	11,34	10,67	98,85	97,25	105
3 »	12,47	11,79	98,08	95,33	—
4 »	14,23	13,00	96,99	93,49	—
5 »	15,77	14,36	92,54	91,64	88
6 »	17,24	16,00	90,90	89,68	—
7 »	19,10	17,54	89,06	88,05	—
8 »	20,76	19,08	87,59	86,58	—
9 »	22,65	21,36	86,07	84,65	—
10 »	24,52	23,52	84,70	83,03	
11 »	27,10	25,65	83,04	80,98	
12 »	29,82	29,82	81,47	79,18	78
13 »	34,38	32,94	79,18	77,62	
14 »	38,76	36,70	78,15	75,96	
15 »	43,62	40,37	75,50	74,53	
16 »	49,67	43,57	73,56	73,40	
17 »	52,85	47,31	72,66	72,20	69,5
18 »	57,85	51,03	71,36	71,12	
20 »	60,06	52,28	70,82	70,77	
25 »	62,93	53,28	70,16	70,51	69,7
30 »	63,65	54,33	70,00	70,23	71,0
40 »	63,67	55,23	70,00	70,00	70
50 »	63,46	56,16	70,05	69,77	
60 »	61,94	54,30	70,39	70,24	—
70 »	59,52	51,51	70,95	70,98	—
80 »	57,83	49,37	71,36	71,59	—
90 »	57,83	49,34	71,36	71,60	—

Das vierzigste Jahr bildet den Ausgangspunkt dieser Berechnung in beiden Geschlechtern.

Nr. 58. Seite 499.

König's Theorem des Verhältnisses der Umlaufszeiten des Blutes zur Größe der mittleren Entfernungen.

Ist die ahl der Pulsschläge n und n' und die Körperlänge d und d', so hat man nach Nr. 56

$$n : n' = \sqrt{d'} : \sqrt{d}.$$

Bildet die Häufigkeit des Pulses einen Ausdruck für die Geschwindigkeit des Blutes, so muß diese v und v' die gleiche Proportion darbieten. Mithin:

$$v : v' = \sqrt{d'} : \sqrt{d}.$$

König stellt sich nun vor, daß man verhältnißmäßig die Blutbahn als einen Kreis, dessen Durchmesser die Körperlänge sei, betrachten könne. Seine Peripherie ist daher $d\pi$ und $d'\pi$. Sie müßte den durchlaufenen Raum darstellen. Die Geschwindigkeit bildet aber den Quotienten der durchsetzten Räume und der hierfür verwandten Zeiten t und t'. Folglich

$$v = \frac{d\pi}{t} \text{ und } v' = \frac{d'\pi}{t'}.$$

Bringt man diese Werthe in die obige Gleichung, so erhält man

$$\frac{d\pi}{t} : \frac{d'\pi}{t'} = \sqrt{d'} : \sqrt{d} \text{ oder}$$

$$\frac{d^2}{t^2} : \frac{d'^2}{t'^2} = d' : d \text{ mithin}$$

$$d^3 t'^2 = d'^3 t^2. \text{ Daher}$$

$$t^2 : t'^2 = d^3 : d'^3.$$

D. h. die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich zu einander, wie die dritten Potenzen der mittleren Körperlängen oder der mittleren Entfernungen d. h. das Keppler'sche Gesetz.

Nr. 59. Seite 518.

Messungen der Brust bei dem tiefen Ein- und Ausathmen.

Da die Gegend der Herzgrube zu denjenigen Stellen, welche die sichtlichsten Veränderungen bei tiefen Athembewegungen darbieten, gehört, so wurde sie als Ausgangspunkt der Maaßbestimmungen gewählt. Der durchschnittliche Umkreis, den sie bei dem ruhigen Athmen gewährt, diente als Vergleichungswerth des Ganzen. Es ergab sich:

Individuum.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrm.	Körperlänge in Metern.	Maaße in Centimetern.					
				Länge des Brustbeines.	Längenabstand von der Achselhöhle bis zur letzten Rippe der rechten Seite.	Umkreis der Brust.			
						unter den Achselhöhlen.	In der Höhe der Herzgrube.		
							bei ruhigem Athmen.	bei möglichst tiefem Einathmen.	bei möglichst tiefem Ausathmen.
Ich	33	54	1,61	16,5	26,5	78	75	80	71
Tsch.	18½	43,5	1,55	13	23	71	67,5	73,5	64,5
E.	—	62	1,68	16	28	83	83	88	79,5
Fl.	20	60,5	1,65	16	26	86	78	83,5	74,5
F.	20	66	1,74	20	27	91	85	87	75,5
S.	20	65	1,73	20,5	26	91	80	83	72
R.	17½	87	1,71	17,5	26,5	103	93,5	98	90

Vergleichen wir nun die Werthe der größten Athembewegungen mit der Mittelzahl des ruhigen Athmens, so haben wir:

Individuum.	Unterschied in Centimetern.		Veränderungen des Umkreises in der Höhe der Herzgrube, Verhältniß zu dem Grundwerthe des ruhigen Athmens von		
	bei tiefster Einathmung = *a*.	bei tiefster Ausathmung = *b*.	*a*.	*b*.	der Schwankung zwischen dem tiefsten Ein- und Ausathmen.
Ich	+ 5	— 4	1 : 15	1 : 18,75	1 : 8,33
Tsch.	+ 6	— 3	1 : 11,25	1 : 22,5	1 : 7,50
E.	+ 5	— 3,5	1 : 16,60	1 : 23,71	1 : 9,77
Fl.	+ 5,5	— 3,5	1 : 14,18	1 : 22,29	1 : 8,66
F.	+ 2	— 9,5	1 : 42,5	1 : 8,95	1 : 7,39
S.	+ 3	— 8	1 : 26,66	1 : 10,00	1 : 7,27
N.	+ 4,5	— 3,5	1 : 20,77	1 : 26,57	1 : 11,70
				Mittel	= 1 : 8,66

Nr. 60. Seite 530.

Hydrostatischer Athmungsdruck bei dem Ein- und Ausathmen durch den Mund mit zugehaltenen Nasenlöchern.

Die zu Gebote stehenden Lufträume waren ungefähr, wenn man die drei letzten Beobachtungen der Tabelle II. Nr. 60. ausnimmt, die gleichen für diese und die in Nr. 61. und 62. verzeichneten Versuche. Sie betrugen 73 Cubikcentimeter für den Blutkraftmesser und 12 bis 16 C. C. für den Pneumatometer. Die spielende Flüssigkeitssäule nahm 16 bis 17 C. C. ein. Es ergab sich in 148 Ablesungen.

I. Erste Versuchsreihe. Gefundener Quecksilberdruck.

Individuum.	Alter in Jahren.	Gefundener Druck in Millimetern. Am Blutkraftmesser. Maximum.		Minimum.		Mittel.		Zahl der Ablesungen.	Am Pneumatometer. Maximum.		Minimum.		Mittel.		Zahl der Ablesungen.
		Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.		Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	
Ich	32	12	12	6	6	11	11	8	30	30	10	20	20	23	10
S.	21	20	12	10	6	12,2	12,9	10	40	30	20	20	32	25,4	10
E.	21	—	—	—	—	—	—	—	40	28	10	10	21,6	16,9	11
S.	20,5	14	14	2	2	5 8	5,4	9	12	12	8	4	10,2	6,9	11
H.	20	12	12	6	6	9,6	9,8	10	15	14	4	7	9,2	10,2	10
J.	18	10	10	2	2	6	5,2	10	22	14	10	4	18,5	11,0	11
Mittel	20,08	13,6	12	5,2	4,4	8,92	8,86	47	26,5	21,3	10,8	10,3	18,6	15,6	63

II. Zweite Versuchsreihe. Gefundener Wasserdruck.

Individuum.	Alter in Jahren.	Gefundener Druck in Millimetern.														
		Am Blutkraftmesser.						Zahl der Ablesungen.	Am Pneumatometer.						Zahl der Ablesungen.
		Maximum.		Minimum.		Mittel.			Maximum.		Minimum.		Mittel.		
		Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.		Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	Einathmung.	Ausathmung.	
Ich	32	160	110	40	40	118,2	73,2	12	—	—	—	—	—	—	—
S.	21	156	80	90	60	114,4	68,4	7	—	—	—	—	—	—	—
J.	18	140	140	90	80	116,4	102,6	11	—	—	—	—	—	—	—
H.	21	—	—	—	—	—	—	—	31	23	21	12	26,6	18,6	3
Kr.	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74	55	3
T.	24	—	—	—	—	—	—	—	76	64	70	88	61	74,5	2
Mittel	—	152	110	73,3	60	116,3	81,4	30	53,5	43,5	45,5	50	53,9	49,3	8

Nr. 61. Seite 531.

Hydrostatischer Ausathmungsdruck bei dem Einathmen durch die Nase und dem Ausathmen durch den Mund.

I. Erste Versuchsreihe. Gefundener Quecksilberdruck.

Individuum.	Alter in Jahren.	Gefundener Druck in Millimetern.							
		am Blutkraftmesser.			Zahl der Ablesungen.	am Pneumatometer.			Zahl der Ablesungen.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Ich	32	8	2	,4	10	22	10	15,4	12
S.	21	8	4	5,3	10	32	20	26,6	10
E.	21	—	—	—	—	24	10	20,4	11
S.	20,5	9	4	6,4	10	18	6	10,4	10
H.	20	10	4	7,8	10	11	6	9,0	11
J.	18	11	4.	7,1	10	12	4	7,0	10
Mittel	20,08	9,2	3,6	6,4	50	19,8	9,3	14,8	64

II. Gefundener Wasserdruck in Millimetern.

Individuum.	Alter in Jahren	Am Pneumatometer.			Zahl der Ablesungen.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Ich	32	140	70	112,5	11
S.	21	92	68	81,3	12
E.	21	160	100	135,4	10
H.	20	130	90	112,7	14
Mittel	23,5	130,5	82	110,4	47

Nr. 62. Seite 531.

Hydrostatischer Ausathmungsdruck bei dem Ausathmen durch Mund und Nase zugleich.

Individuum.	Alter in Jahren.	Gefundener Quecksilberdruck in Millimetern. Am Blutkraftmesser. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der Ablesungen.	Am Pneumatometer. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zahl der Ablesungen.
Ich	32	6	4	5	10	8	3,6	4	10
S.	21	3	2	2,5	10	10	3,7	4	13
E.	21	—	—	—	—	14	4,3	4	11
S.	20,5	9	5	5,25	8	10	3,6	6	11
H.	20	3	1,8	2,06	10	10	4,5	6	10
J.	18	4	2	3,30	10	14	10,6	6	10
Mittel	26,5	5	2,96	3,62	48	11	5,4	5	65

Nr. 63. Seite 531.

Maximaldrucke des Ein- und Ausathmens bei möglichster Anstrengung der menschlichen Brust.

Individuum.	Alter in Jahren.	Am Pneumatometer gefundener Maximaldruck in Millimetern Quecksilber. bei möglichst tiefer Einathmung.	bei möglichst starker Ausathmung.
H.	21	22	38
T.	24	40	44
K.	23	48	60
Kr.	21	46	124
H.	20	58	224
J.	18	56	—
Ich	32	130	80
S.	20,5	170	—
E.	21	220	256
S.	21	232	256
Mittel	22,15	102,2	108,2

Nr. 64. Seite 533 und 544.

Thermometrische Temperaturbestimmungen meiner ausgeathmeten Luft.

Nro.	Zeit.	Temperatur der eingeathmeten Luft in Celsiusgraden.	Nebenumstände.	Temperatur der ausgeathmeten Luft in Celsiusgraden.
I.	Nachmittags zwischen 2 und 3 Uhr	— 6°,3	1200 Athemzüge in einer Küche, die nicht geheizt war und deren Thüren und Fenster offen standen.	29°,8
II.	desgl.	+ 3°,75	300 Athemzüge und sonst die gleichen Verhältnisse.	30°,6
III.	2 Uhr 50 Min.	+ 10°,6	In einem kalten, von Norden nach Süden gelegenen Hausgange.	35°,9
IV.	7 Uhr Morgens	+ 15°,0	15 bis 16 Athemzüge in der Minute. Unmittelbar nach dem Aufstehen u. noch nicht gewaschen und angekleidet.	6°,9
V.	2 Uhr 35 Min. Nachmittags	+ 15°,6	Zwei Stunden nach einem reichlichen Mittagsmahle. Bei einem unmittelbar vorhergehenden chemischen Versuche hatte ich verhältnißmäßig viel Kohlensäure ausgehaucht.	36°,9
VI.	10 Uhr 25 M. Morgens	15°,6	20 bis 21 Athemzüge in der Minute. Das Frühstücksmahl ¾ Stunden vorher eingenommen und darauf folgende Körperbewegung.	36°,9
VII.	6 Uhr 30 Min. Abends	20°,0	Nachdem ich unmittelbar vorher einen Spaziergang von ungefähr ½ Meile gemacht hatte und während ich sehr hungerig war.	37°,5
VIII.	6 Uhr 55 Min. Abends	20°,0	Nachdem ich indeß ausgeruht hatte, während ich jedoch noch sehr hungerig war.	37°,5
IX.	7 Uhr 25 Min. Abends	19°,4	21 Athemzüge in der Minute. Unmittelbar nachdem ich mich durch eine Abendmahlzeit gesättigt hatte.	37°,5
X.	8 Uhr 5 Min. Abends	19°,4	21 Athemzüge in der Minute. Nach ruhigem Sitzen und gesellschaftlicher Unterhaltung.	36°,9
XI.	8 Uhr 45 Min. Abends	20°,0	21 Athemzüge in der Minute. Unter denselben Verhältnissen, nur unmittelbar nach dem Tabakrauchen.	36°,9
XII.	10 Uhr 15 M. Abends	13°,8	20 bis 21 Athemzüge in der Min. und sonst unter den gleichen Verhältnissen.	35°,9
XIII.	7 Uhr 20 Min. Morgens	18°,1	Unmittelb. nachdem ich ein Glas kalten Brunnenwassers getrunken hatte.	35°,9
XIV.	10 Uhr 44 M. Morgens	41°,9	20 Athemzüge in der Min. Ich ließ ein mäßig großes u. hohes Zimmer, das einen eisernen Ofen hatte, so stark als anging, heizen. Ich stand bei dem Versuche ½ Meter von dem Ofen entfernt. Ein Thermometer, das ungefähr 4½. Met entfernt an der kalten Wand hing, zeigte noch 32°,5 C.	38°,1

Nr. 65. Seite 537.

Mengen des ausgeathmeten Wassers.

I. An acht jungen Männern angestellte Beobachtungen.

Individuum	Alter in Jahren	Gewicht des Körpers u. der Kleider in Kgr.	Körperlänge in Metern.	Zeit des Versuchs.	Für 1 Minute gefundene Wassermenge in Grammen.			Zahl der Beobachtungen.
					Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Tsch.	18½	43,5	1,55	10½ Uhr Morgens	0,298	0,215	0,243	3
E.	21	62	1,68	4 U. Nachmitt.	0,340	0,220	0,278	4
F.	20	60,5	1,65	12 U. Mittags	0,481	0,330	0,405	2
Derselbe	20	60,5	1,65	4 U. Nachmitt.	0,510	0,407	0,455	6
Mittel aus den beiden an F. angestellten Versuchsreihen . .	—	—	—	—	—	—	0,440	8
H.	20	66	1,74	10½ U. Morg.	0,370	0,291	0,330	4
Derselbe	20	66	1,74	10 U. Morgens	0,295	0,257	0,278	3
Mittel d. beiden an H. angestellten Versuchsreihen	—	—	—	—	—	—	0,308	7
S.	20	65	1,73	11 U. Morgens	0,584	0,530	0,563	4
R.	17½	87	1,71	4 U. Nachmitt.	0,592	0,488	0,537	3
He.	21	—	—	10½ U. Morg.	0,311	0,212	0,256	3
K.	23	—	—	11 U. Morgens	0,302	0,295	0,299	2
Mittel aus sämmtlichen 34 Einzelbeobachtungen . .	—	—	—	—	—		0,375	34

Es versteht sich von selbst, daß die letztere richtige Mittelzahl nicht gefunden werden kann, wenn man nur die Mittelwerthe der einzelnen Personen zusammenaddirt und durch 8 theilt. Man muß vielmehr jede einzelne Mittelzahl mit der Zahl der gemachten Beobachtungen, also z. B. für Tsch. 0,243 mit 3 multipliciren, die so erhaltenen Werthe zusammenaddiren und durch 34 dividiren.

II. Von mir zu verschiedenen Zeiten ausgeathmeten Wassermengen.

Ich wog völlig entkleidet im Jahre 1843, als ich 33 Jahr alt war, 54 Kilogrm. und war 1,64 Meter lang. Es ergab sich für mich:

Zeit des Versuchs.		Grad des Athmens.	Zahl der Athemzüge in der Minute.	Wärme der eingeathmeten Luft in Celsiusgraden.	In einer Minute ausgeathmete Wassermenge in Grm.			Zahl der Beobachtungen.
Jahr und Monat.	Tagesstunde.				Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Junius 1843.	4 Uhr Nachmittags	Mäßig	—	Zwischen 15° u. 20°	0,283	0,203	0,251	5
Dsgl.	7 Uhr Morgens	Dsgl.	—	Dsgl.	0,387	0,220	0,260	8
Dsgl.	12 Uhr Mittags	Dsgl.	—	Dsgl.	0,230	0,229	0,2295	2
Mittelwerth	—	—	—	—	—	—	0,253	.15
Junius 1843.	6 Uhr Abends	Mit sehr tiefen Ein- und Ausathmungen	—	Dsgl.	0,426	0,387	0,4065	2
April 1845.	3 Uhr Nachmittags	Mäßig	5 bis 20 in den einzelnen Versuchen	Dsgl.	0,433	0,223	0,275	21
Dsgl.	9½ Uhr Morgens	Tiefe Athemzüge	6	16°	0,330	0,257	0,299	17
Dsgl.	3 Uhr Nachmittags	Mäßig	12	15° bis 16°	0,285	0,218	0,247	19
Dsgl.	10 Uhr Morgens	Tiefe Athemzüge	6	Dsgl.	0,341	0,248	0,294	11
Dsgl.	2 Uhr Nachmittags	Mäßig	12	16°	0,305	0,217	0,245	11
Dsgl.	4 Uhr Nachmittags	Dsgl.	24	14°	0,310	0,205	0,265	8
Dsgl.	9½ Uhr Morgens	Dsgl.	24	14°	0,309	0,212	0,258	16
Dsgl.	10 Uhr Vormittags	Dsgl.	24	17°,5	0,310	0,238	0,268	6
Dsgl.	2½ Uhr Nachmttgs	Tiefe Athemzüge	5	17°,2	0,372	0,250	0,287	6
Dsgl.	—	Möglichst schwach	—	17°	230	0,180	0,200	5
Mittel der mäßigen Athmung	—	—	—	—	—	—	0,259	81
Mittel der tieferen Athemzüge	—	—	—	—	—	—	0,295	34
Mittel aus den sämmtlichen Beobachtungen	—	—	—	—	—	—	0,267	137

Nr. 66. Seite 539.

Wassermengen, die mit einer möglichst tiefen und kräftigen Ausathmung davongehen.

Der Barometerstand lag bei diesen Versuchen zwischen 710 und 713 Mm. und die Temperatur zwischen 15° und 20° C.

Nr.	Individuum.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrm.	Körperlänge in Metern.	Möglichst tiefe Ausathmung.		Zahl der Versuche.
					Zeitdauer derselben in Secunden.	Menge des ausgeathmeten Wassers in Grm.	
1	Ich	33	54	1,61	13	0,095	—
2	Desgl.	—	—	—	9,5	0,091	—
3	Desgl.	—	—	—	12	0,095	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	11,5	0,093	3
4	H.	20	66	1,74	17,5	0,120	—
5	Desgl.	—	—	—	21	0,115	—
6	Desgl.	—	—	—	22	0,121	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	20,2	0,119	3
7	S.	20	65	1,73	14	0,149	—
8	Desgl.	—	—	—	22	0,103	—
9	Desgl.	—	—	—	21	0,109	—
10	Desgl.	—	—	—	11,5	0,137	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	17,1	0,125	4
11	E.	21	62	1,68	17	0,144	—
12	Desgl.	—	—	—	38	0,149	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	27,5	0,147	2
13	R.	17½	87	1,71	22	0,123	—
14	Desgl.	—	—	—	33	0,104	—
15	Desgl.	—	—	—	38	0,110	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	31	0,112	3
16	Fl.	20	60,5	1,65	12,5	0,086	—
17	Desgl.	—	—	—	10,5	0,079	—
Mittel	Desgl.	—	—	—	11,5	0,083	2
18	S.	20	65	1,73	24,5	0,119	1
Mittel aus allen Beobachtungen					20	0,114	18

Nr. 67. Seite 539.

Verhältnisse des ausgeathmeten Wassers zu dem Körpergewichte.

Individuum.	Alter in Jahren.	Körpergewicht in Kilogrm.	Mittelwerth des in der Minute ausgeathmeten Wassers in Grm.		Mittelwerth des Ausathmungswassers in Grm. für 1 Kilogrm. Körpergewicht und 1 Minute Zeit.
			Gewicht des Wassers.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.	
Tsch.	18½	43,5	0,243	3	0,0056
C.	21	62	0,278	4	0,0045
F.	20	60,5	0,440	8	0,0073
H.	20	66	0,308	7	0,0042
S.	20	65	0,563	4	0,0086
K.	17½	87	0,537	3	0,0062
Ich	33 und 34½	54	0,267	137	0,0049
Mittel	—	—	—	166	0,0051

Nr. 68. Seite 540.

Formel für die Bestimmung des Rauminhaltes der zu eudiometrischen Untersuchungen nöthigen Abzugs- oder Maaßflaschen.

Es sei das Gewicht der mit Luft gefüllten Flasche $= p$, die Temperatur der in ihr eingeschlossenen Luft $= t$, der Ausdehnungscoefficient derselben für einen Celsius'schen Wärmegrad $= \alpha$, der gleichzeitige auf 0° C. reducirte Barometerstand $= b$, das Gewicht der bis zum Strichzeichen mit destillirtem Wasser gefüllten Flasche $= m$, die Temperatur des Wassers $= t'$ und das Volumen des Wassers bei der Temperatur $t' = d$.

Nennen wir das vorläufig unbekannte Gewicht der in der Flasche enthaltenen Luft $= y$, so wiegt die Flasche allein $p - y$. Ist z das Gewicht des eingefüllten destillirten Wassers, so haben wir

$$z = m - (p - y) = m + y - p.$$

1 Grm. Wasser giebt bei der Temperatur t' ein Volumen von d Cubikcentimetern. Nennen wir den gesuchten Rauminhalt x, so haben wir

$$x = dz = dm + dy - dp.$$

Berechnen wir das Gewicht $= y$ aus den Werthen von x, b und t, so erhalten wir, da 1 C. C. Atmosphäre bei 760 Mm. Barometer und 0° C. 0,001299075 Grm. wiegt,

$$y = \frac{0{,}001299075}{760} \cdot \frac{b}{(1 + \alpha t)} \cdot x.$$

$$= 0{,}0000017093 \,.\, x \,.\, \frac{b}{(1 + \alpha t)}.$$

Setzen wir der Kürze wegen $\frac{b}{1 + \alpha t} = u$, so ist $y = 0{,}0000017093 \,.\, x \,.\, u$.

Daher $x = d\,(m - p) + 0{,}0000017093\; d \,.\, x \,.\, u$.

Hieraus folgt

$$x = \frac{m - p.}{\frac{1}{d} - 0{,}0000017093\; u}$$

$$= (m - p) : \left[\frac{1}{d} - \frac{0{,}0000017093\ b}{1 + \alpha t}\right].$$

Der genauere Logarithmus von 0,0000017093 ist = 0,2328207 − 6.

Diese Formel berücksichtigt nicht zwei Momente, die jedoch keine merklichen Fehl im Ganzen verursachen. Sie läßt das Gewicht der geringen Luftmenge, die über de Theilstriche im Halse der Flasche steht, außer Acht und betrachtet die Atmosphäre, die i dieser enthalten ist, als trockene.

Die cubische Ausdehnung, welche das Glas durch die gewöhnlichen Temperaturunte schiede erleidet, ist so unbedeutend, daß sie nicht in Betracht zu kommen braucht.

Nr. 69. Seite 542.

Vergleichende Beobachtungen über die in einer Minute ausgeathmete Wassermengen, je nachdem die Mund-Rachenhöhle trockener ode feuchter war.

Ich hatte immer mindestens zwei Stunden vor dem Beginn des Versuchs Nich gegessen und Nichts getrunken. Die Beobachtungen, die unmittelbar auf die neue Durc feuchtung der Mund-Rachentheile folgten, sind mit Sternchen bezeichnet.

Nr.	In der Minute. Zahl der Athemzüge.	In der Minute. Gewicht des Ausathmungswassers in Grm.	Bemerkungen.	Nr.	In der Minute. Zahl der Athemzüge.	In der Minute. Gewicht des Ausathmungswassers in Grm.	Bemerkungen.
1	5	0,360		10	12	0,260	Gleichförmige Ather züge.
2	*5	0,337	Die Mundhöhle wurde unmitelbar vorher ½ Minute mit Wasser gefüllt erhalten und dieses hierauf verschluckt. Die Lippen abgetrocknet.	11	12	*0,214	Wie Nr. 2.
3	5	0,433	Möglichst lang anhaltende Ausathmungen.	12	12	0,260	
4	8	0,280		13	16	0,250	
5	8	0,250		14	*16	0,270	Wie Nr. 2.
6	*8	0,253	Unmittelbar vorher ein Glas Wasser getrunken.	15	16	0,250	
7	*8	0,277	Wie Nr. 6.	16	*16	0,240	Wie Nr. 2.
8	8	0,300		17	20	0,229	
9	*8	0,275		18	20	0,351	19 kurze und ei möglichst lange Au athmung.
				19	*20	0,223	Sehr gleichförmige Athemzüge; sonst n Nr. 2.
				20	20	0,225	Sehr gleichförmige Athemzüge.

Nr. 70. Seite 544 und 546.

Vergleichung der Volumina der ausgeathmeten Luft und der gleichzeitig ausgeschiedenen Wassermengen unter Berücksichtigung der Wasserdampfsättigung der Ausathmungsluft.

Erste Versuchsreihe.

Angestellt im Februar bei — 6°6 bis 8°75 C. Auf 0° C. reducirter Barometerstand = 725,56 Mm. Mit Wasserdampf gesättigtes Luftvolumen 7319,8 C. C.

Temperatur der Luft.	Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.	Temperatur der Luft.	Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.
—7°5	5	0,227	—7°5	10	0,225
—7°5	17	0,222	—6°6	23	0,215
—8°75	21	0,223			
Mittel aller 5 Beobachtungen			—7°57	15,2	0,222

Legt man die Werthe der Spannkräfte von Gay-Lussac und von Regnault (Nr. 20) zum Grunde und berücksichtigt alle nöthigen Correctionen, so erhält man nach Nr. 19

Temperatur.	Barometer auf 0° C. reducirt.	Spannkraft der Wasserdämpfe in Millimetern		Zur Sättigung nöthige Wassermenge	
		nach Gay-Lussac.	nach Regnault.	nach Gay-Lussac.	nach Regnault.
31°	725,56	32,163	33,406	0,208	0,213
32°	725,56	24,261	35,359	0,218	0,224
33°	725,56	36,188	37,411	0,229	0,235

Zweite Versuchsreihe.

Angestellt im Junius bei 16°25 bis 17° C. und 710,11 Mm. Barometer. Mit Wasserdampf gesättigtes Luftvolumen 7319,8 C. C.

Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.	Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.
4	0,260	24	0,279
6	0,260	32	0,281
12	0,266	40	0,269
16	0,260	54	0,258
19	0,262	8	0,263

Die Theorie fordert:

Temperatur.	Auf 0° C. reducirtes Barometer.	Spannkraft der Wasserdämpfe in Millimetern		Zur Sättigung nöthige Wassermenge	
		nach Gay-Lussac.	nach Regnault.	nach Gay-Lussac.	nach Regnault.
35°	710,11		41,827		0,254
36°	710,11	42,743	44,201	0,259	0,266
37°	710,11	45,038	46,691	0,271	0,279
38°	710,11	45,579	49,302	0,285	9,295

Dritte Versuchsreihe.

Angestellt im Junius bei 17° C. und 703,62 Mm. auf 0° C. reducirten Barometerstandes. Mit Wasserdampf gesättigtes Luftvolumen 7319,8 C. C.

Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.	Zahl der Athemzüge.	Gefundene Wassermenge in Grm.
8	0,272	22	0,291
5¼	0,269	29	0,289

Der Theorie nach ergiebt sich:

Temperatur.	Spannkraft der Wasserdämpfe nach Regnault.	Zur Sättigung nöthige Wassermenge.
36°	44,201	0,264
37°	46,691	0,276
38°	49,302	0,292

Nr. 71. Seite 552.

Berechnung der Atmosphärenanalysen nach Volumenprocenten.

Es sei das Gewicht des Sauerstoffes $= m$, das Volumen des Stickstoffes oder der Rauminhalt der Maaßflasche bis zu dem Halsstrich $= n$, der auf 0° C. reducirte Barometerstand $= b$, die in Celsiusgraden ausgedrückte Temperatur $= t$ und der Ausdehnungscoefficient $= \alpha = 0{,}003665$ für jeden Celsiusgrad.

1 Cubikcentimeter Atmosphäre wiegt nach Biot und Arago 0,001299075 Grm. bei 760 Mm. Barometer und 0° C. Die Eigenschwere des Sauerstoffes ist nach Regnault 1,10563. Wir haben daher 0,0014363 für 1 C. C. Sauerstoff, 760 Mm. und 0° C.

Ist der Barometerstand b, die Temperatur $\pm t$ und das Sauerstoffgewicht m Grm. so haben wir für das Sauerstoffvolumen $= v$ den Werth

$$v = \frac{m}{0{,}0014363} \cdot \frac{760}{b} \cdot (1 \pm 0{,}003665\, t) \text{ oder}$$

$$\log. v = 5{,}7235696 + \log. m + \log. (1 \pm 0{,}003665\, t) - \log. b.$$

Da nun das Volumen des Stickstoffes n für den gegebenen Barometer- und Thermometerstand gültig ist, so haben wir $v + n$ für die untersuchte trockene und kohlensäure

freie Atmosphäre. Es sind daher die Volumenprocente des Sauerstoffes O und des Stickstoffes N

$$O = \frac{100\,v}{v + n} \text{ und } N = \frac{100\,n}{v + n}.$$

Nr. 72. Seite 552 und 586.

Berechnung der Atmosphärenanalysen nach Gewichtsprocenten.

Bezeichnen die Buchstaben dieselben Größen, wie in Nr. 71 und nennen wir das zu suchende Stickstoffgewicht $= g$, so haben wir, da die Eigenschwere des Stickstoffes 0,97173 nach Regnault ist, 0,0012619 Grm. für 1 C.C. bei 760 Mm. und 0° C. Es ist dann

$$g = 0{,}0012619\,n\,\frac{b}{760} \cdot \frac{1}{(1 + 0{,}003665\,t)}. \text{ Oder}$$

$$\log. g = 0{,}2202054 - 6 + \log. n + \log. b - \log. (1 + 0{,}003665\,t).$$

Das Gewicht der untersuchten trockenen und kohlensäurefreien Atmosphäre ist daher $g + m$ und die Gewichtsprocente des Sauerstoffes und des Stickstoffes

$$O = \frac{100\,m}{g + m} \text{ und } N = \frac{100\,g}{g + m}.$$

Nr. 73. Seite 557, 564 und 583.

Berechnung der Kohlensäure der Atmosphäre in Volumenprocenten.

Die Eigenschwere der Kohlensäure gleicht nach Regnault 1,52910. Ein Cubikcentimeter Kohlensäure wiegt daher 0,0019864 Grm. bei 760 Mm. und 0° C. Nennt man den Barometerstand b und die Temperatur t und nimmt mit Regnault für den Ausdehnungscoefficienten der Kohlensäure $\alpha = 0{,}0037099$ an, so erhält man, wenn das durch den Versuch gefundene und in Grm. ausgedrückte Kohlensäuregewicht $= m$ ist, für das Volumen v:

$$v = \frac{m}{0{,}0019864} \cdot \frac{760}{b} \cdot (1 + 0{,}0037099\,t.) \text{ und}$$

$$\log. v = 5{,}5827434 + \log. m + \log. (1 + 0{,}0037099\,t) - \log. b.$$

Ist das abgezapfte Luftvolumen $= n$ C. C. mit Wasserdampf für seine Temperatur gesättigt, nennen wir die letztere t und die dabei stattfindende Dampfspannung s, so haben wir für das trockene Volumen w:

$$w = n \cdot \frac{b - s}{b}.$$

Wir erhalten hiernach für die Volumenprocente der Kohlensäure c

$$\log. c = 7{,}5827434 + \log. m + \log. (1 + 0{,}0037099\,t) - \log. n - \log. (b - s.)$$

Nr. 74. Seite 557, 564 und 586.

Berechnung der Kohlensäure der Atmosphäre in Gewichtsprocenten.

Bezeichnen die Buchstaben dieselben Werthe, wie in Nr. 73, so wiegt das trockene Luftvolum $w = n \cdot \frac{b - s}{b}$ des Aspirators

$$g = \frac{0{,}00129975\,n \cdot (b - s.)}{760\,(1 + 0{,}0037099\,t.)}. \text{ Oder}$$

$$\log. g = 0{,}2328207 - 6 + \log. n + \log. (b - s) - \log. (1 + 0{,}0037099\,t).$$

Die Gewichtsprocente der Kohlensäure c gleichen dann, wenn m die gefundene Gewichtsmenge derselben ist

$$c = 100 \cdot \frac{m}{g + m}.$$

Nr. 75. Seite 566, 568 und 575.

Berechnung der Volumenprocente der Ausathmungsluft.

Nennt man die gefundene Gewichtsmenge der Kohlensäure m, den Barometerstand b, die Temperatur t, so erhält man nach Nr. 73 für das Volumen v

$$\log. v = 5{,}5827434 + \log. m + \log. (1 + 0{,}0037099\, t) - \log. b.$$

Ist das gefundene Sauerstoffgewicht $= m'$, so ergiebt sich für sein Volumen v' nach Nr. 71

$$\log. v' = 5{,}7235696 + \log. m' + \log.(1 + 0{,}003665\, t) - \log. b.$$

Hat man die Untersuchung nach dem ersten S. 565. angegebenen Verfahren angestellt, so bildet das untersuchte Luftvolumen l das dritte Glied. Wir erhalten daher für die Procente:

$$\ddot{C} = 100 \,.\, \frac{v}{l} \,.\; O = 100 \,.\, \frac{v'}{l} \text{ und } N = 100 \left(1 - \frac{v + v'}{l}\right).$$

Hat man dagegen den Stickstoff n nach dem zweiten Verfahren S. 566. erhalten, so ergiebt sich

$$\ddot{C} = 100 \,.\, \frac{v}{v + v' + n} \,.\; O = 100 \,.\, \frac{v'}{v + v' + n} \text{ und } N = \frac{n}{v + v' + n}.$$

Da die zweite Bestimmung voraussetzt, daß der Heber in einer gewissen Tiefe in das Salzwasser am Schlusse der Analyse taucht, so ist noch diese Druckwirkung bei den Bestimmungen zu berücksichtigen. Ist der Barometerstand b, die Tiefe des Eintauchens e und die Eigenschwere der Salzlösung d, so erhält man für den Gasdruck $b + \frac{e}{13{,}598 . d}$. Dieser Werth muß daher in die obigen für v und v' gültigen Formeln statt b eingetragen werden.

Nr. 76. Seite 566.

Berechnung der Gewichtsprocente der Ausathmungsluft.

Hat man nach dem ersten Verfahren das Luftvolumen als drittes Glied, so verfährt man am Einfachsten, wenn man von ihm die berechneten Volumina der Kohlensäure und des Sauerstoffs abzieht und den übrigen Stickstoff nach Nr. 72 in Gewicht verwandelt. Die letztere Operation ist allein bei dem zweiten Verfahren nöthig. Die Gewichtsprocente sind dann wieder

$$\ddot{C} = 100 \,.\, \frac{m}{m + m' + g} \,.\; O = 100 \,.\, \frac{m'}{m + m' + g} \text{ und } N = 100 \,.\, \frac{g}{m + m' + g}.$$

Nr. 77. Seite 570 und 581.

Die von Vierordt angegebene Formel für die Beziehung der Kohlensäureprocente zu der Häufigkeit der Athembewegungen.

Nennt man den für jede Ausathmung beständigen Kohlensäurewerth nach Vierordt a, die Dauer der kürzesten Athembewegung T und die beliebige Dauer einer beliebigen Athembewegung t, so hat man nach diesem Forscher für die Kohlensäureprocente $a + \frac{t - T}{10\, T}$. Siehe das Nähere in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. II. S. 889. Die Formeln, welche dieser Gelehrte für die Beziehungen der aus dem Blute ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem Kohlensäuregehalte der Lungenluft aufstellte, finden sich in Vierordt's Physiologie des Athmens. Karlsruhe, 1845. 8. S. 186—190. und in Wagner's Handwörterbuch Bd. II. S. 896. 897.

Nr. 78. Seite 575.

Bestimmung der Volumenprocente der Ausathmungsluft für die Wärme der Lungen und die Wassersättigung des Gases.

Wir hatten Nr. 75 für das Kohlensäurevolumen v:

$$\log. v = 5{,}5827434 + \log. m + \log. (t + 0{,}0037099\, t) - \log. b.$$

Ist nun z. B. die Wärme der mit Wasserdampf gesättigten Ausathmungsluft $= 37^\circ$ C., so wird $(1 + 0{,}0037099\, t) = 1{,}1372663$ und $b' = b - 46{,}69$ Mm., folglich

$$\log. v = 5{,}6386056 + \log. m - \log. (b - 46{,}69).$$

Wir erhalten das Sauerstoffvolumen v' nach Nr. 75.

$$\log v' = 5{,}7235696 + \log. m' + \log. (1 + 0{,}003665\, t) - \log. b.$$

Für 37,° C. ist $1 + 0{,}003665\, t = 1{,}135605$, daher

$$\log. v' = 5{,}7787969 + \log. m' - \log. (b - 46{,}69).$$

Ist das Stickstoffvolumen n, so wird dann das zu berechnende Volumen n'

$$\log. n' = \log. n + \log. [1 + 0{,}003665\, (37 - t)] + \log. b - \log. (b - 46{,}69).$$

Nr. 79. Seite 577.

Grundwerthe der §. 1360. angeführten Analysen der regelrechten Ausathmungsluft.

In Millimetern Quecksilber		Wärme des abgezogenen Stickstoffes in Celsiusgraden	Volumen des abgezogenen Stickstoffes.	In Grammen ausgedrückte Menge	
auf 0° C. reducirter Barometerstand.	Gasdruck im Athmungsbehälter.			der Kohlensäure.	des Sauerstoffes.
704,99	706,49	13°	960,632	0,071	0,262
704,99	706,59	13°,2	960,632	0,080	0,252
705,79	707,29	13°	960,632	0,093	0,246
705,99	708,29	13°,9	960,632	0,089	0,247
706,79	708,49	14°	960,632	0,083	0,2485

Nr. 80. Seite 578.

Grundwerthe der durch die regelwidrigen Athembewegungen ausgestoßenen Luft.

Die Stickstoffmenge betrug immer 960,632 C. C. Die Berechnungen sind nach Nr. 75 angestellt.

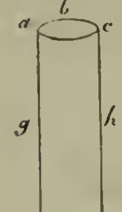
Nro.	In Millimetern Quecksilber		Wärme des abgezogenen Stickstoffes in Celsiusgraden.	In Grammen ausgedrückte Mengen.	
	auf 0° C. reducirter Barometerstand.	Gasdruck im Athmungsbehälter.		Kohlensäure.	Sauerstoff.
I a.	715,65	715,72	13°,8	0,091	0,248
I b.	715,65	715,72	14°,8	0,087	0,248
II a.	714,65	715,35	14°,5	0,085	0,254
II b.	714,65	715,35	15°,3	0,089	0,253
III a.	710,35	710,42	15°,1	0,097	0,242
III b.	710,35	710,42	15°,6	0,097	0,240
IV a.	708,65	708,80	15°,8	0,065	0,276
IV b.	708,65	708,80	16°,2	0,065	0,275
V.	706,23	708,23	13°,2	0,099	0,240
VI.	705,79	707,29	12°,5	0,063	0,2735
VII.	711,74	712,74	15°,6	0,124	0,198
VIII.	711,57	712,57	15°,0	0,123	0,196
IX.	702,80	704,80	14°,3	0,1225	0,197
X.	709,35	710,35	16°,5	0,125	0,208
XI.	710,45	711,45	16°,0	0,127	0,205
XII.	707,15	708,35	16°,3	0,125	0,207
XIII.	705,83	707,83	15°,2	0,111	0,220
XIV.	701,79	702,92	14°,3	0,111	0,218
XV.	705,39	706,69	12°,8	0,116	0,217

Nr. 81. Seite 611.

Schätzung der Absonderungsfläche der Magendrüschen.

Denken wir uns die Mittelwerthe der Durchmesser und der Längen, welche die Magendrüschen ergeben, als Zahlen, die einem Cylinder *abchdefg*, Fig. 227., angehören, so bezeichne d den Durchmesser und h die Höhe. Wir erhalten dann $d^2 . \frac{\pi}{4}$ für die kreisförmige Grundfläche *def* und $dh\pi$ für die Seitenfläche *agfdhc*. Die gesammte Absonderungsfläche x ist mithin

Fig. 227.



$$x = d^2 \frac{\pi}{4} + d\,h\,\pi = d\,\frac{\pi}{4}\,(d + 4\,h.)$$

Befinden sich n solcher Drüsenschläuche in einem Schleimhautstücke von der Größe m, so erhalten wir für die Absonderungsfläche von $m = y$

$$y = n.\,d.\,\frac{\pi}{4}.\,(d + 4\,h.)$$

Wäre die Absonderungsfläche einfach ausgebreitet, so könnte sie nur $a\,b\,c = d^2 \frac{\pi}{4}$ einnehmen. Die Oberflächenvergrößerung jeder einzelnen Drüse o ist daher

$$o = \frac{x}{a\,b\,c} = 1 + \frac{4\,h}{d}.$$

Die Gesammtvergrößerung der Oberfläche z ist

$$z = \frac{y}{m} = \frac{n}{m}.\ \frac{\pi}{4}.\ d\,(d + 4\,h.)$$

Nr. 82. Seite 611.

Schätzung der Absonderungsflächen der röhrigen und der traubigen Drüsen.

Nehmen wir an, ab sei der mittlere Durchmesser $= d$ einer röhrigen Drüse, wie des Hodens oder der Niere, ac und de der der Wanddicke und Nebengewebe $= e$, so können wir uns die Drüse als einen Drüsenschlauch von unbekannter Länge h und dem Durchmesser $cd = d + e$ vorstellen. Nennen wir den Querschnitt dieses Cylinders m und den Rauminhalt der ganzen Drüse v, so erhalten wir:

Fig. 228.

$$m = \frac{\pi}{4}(d + e)^2 \text{ und}$$

$$h = \frac{v}{m} = \frac{4v}{\pi (d + e)^2}.$$

Sind m, h d und e bekannt, so hat man alle Werthe, um die Größe der Absonderungsfläche mit ihren Nebenwerthen nach Nr. 81 zu berechnen.

Tragen wir nämlich den Werth $h = \frac{4v}{\pi (d + e)^2}$ in die Gleichung $x = d.\frac{\pi}{4}.(d + 4h)$ ein und bedenken, daß d gegen $4h$ verschwindend klein ist, so daß man $4h$ statt $d + 4h$ setzen kann, so erhalten wir einfacher

$$x = \frac{d.v}{(d + e)^2}.$$

Nennt man das Volumen der traubigen Drüse v und das später gefundene Volumen des gereinigten Drüsenstückes $w - a$, so daß der Coefficient $\frac{v}{n}$ ist, so trägt man statt v den Werth $v\left(1 - \frac{2}{n}\right)$ ein.

Nr. 83. Seite 730.

Morgen- und Abendwägungen meines Körpers nebst den Bestimmungen der Mengen des Morgenharnes und der nächtlichen unmerklichen Ausdünstung [1]).

Nro.	Abendwägung. Zeit der Wägung. Stnd.	Min.	Abendwägung. Gewicht in Kilogr.	Morgenwägung. Zeit der Wägung. Stde.	Min.	Morgenwägung. Gewicht in Kilogr.	Morgenharn in Kilogr.	Gesammte nächtliche Perspiration in Kilogr.	Unterschied der Abend- und der Morgenwägung in Kilogr.
1	9	23	54,2455	6	38	53,286	0,5100	0,4915	0,9595
2	9	47	54,1530	6	52	53,373	0,4610	0,3195	0,7800
3	8	33	54,0595	6	48	53,184	0,5800	0,3675	0,8755
4	8	57	54,4220	7	15	53,432	0,5785	0,4115	0,9900
5	9	22	54,2665	7	4	53,343	0,5282	0,3953	0,9235
6	9	1	54,0360	6	52	53,290	0,4035	0,3425	0,7460
7	9	23	53,5020	6	59	52,826	0,3630	0,3130	0,6760
8	9	50	54,0680	7	17	52,880	0,8275	0,3605	1,1880
9	9	12	54,6875	7	27	53,700	0,5657	0,4218	0,9875
Mittel	»	»	54,160	»	»	53,257	0,5353	0,3804	0,903

[1]) Vergl. Repertorium. Bd. VIII. S. 932 — 408.

Der Unterschied der Summe des Mittels des Harnes und der Perspiration von der durchschnittlichen Differenz der beiden Wägungen (= 0,0127) rührt von der Gegenberechnung des vor der Morgenwägung entleerten Harnes her.

Nr. 84. Seite 731.

Gewichte der einzelnen Organe meist gesunder Menschen, die durch Unglücksfälle umgekommen sind, nach Schwann[1].

Nr. 1. bezieht sich auf einen sehr gesunden Neugeborenen, der während der Geburtsarbeit starb. Nr. 2. auf einen Schneider, der sich erhängte. Nr. 3. auf einen Maurer, dessen Kopf zerquetscht wurde. Nr. 4. auf einen Schmied, dem beide Beine durch eine Locomotive zermalmt wurden und der den Tag nach der Amputation beider Schenkel starb. Nr. 5. auf einen Arbeiter, der plötzlich sein Leben aufgab. Nr. 6. auf einen Landmann, der unter den Wagen fiel und am folgenden Morgen starb. Nr. 7. auf eine Frau, die an Gebärmutterblutungen während der Geburt zu Grunde ging. Nr. 8. auf eine Frau, die sich ertränkte.

Theil.	Gewicht in Grammen.							
	1) Neugeborener, 0,054 Meter lang u. 3,27 Kilogr. schwer.	2) 23jähriger Mann, 1,60 Meter lang und 53 Kilogr. schwer.	3) 42jähriger Mann, 1,67 Meter lang und 60 Kilogr. schwer.	4) 21jähriger Mann, 1,61 Meter lang und 42 Kilogr. schwer.	5) 56jähriger Mann, 1,70 Meter lang und 50 Kilogr. schwer.	6) 25jähriger Mann, 1,80 Meter lang und 50 Kilogr. schwer.	7) 21jährige Frau, 1,45 Meter lang und 50 Kilogr. schwer.	8) 53jährige Frau, 158 Meter lang und 150 Kilogr. schwer.
Gesammtes Gehirn .	409	1263	1131	1459	—	1657	1212	(1050)
Großes Gehirn . .	379	1088	973	1287	—	1445	—	(908)
Kleines Gehirn . .	28	148	133	143	—	182	—	(118)
Mittelhirn	2	27	25	29	—	30	—	(24)
Rückenmark . . .	—	25	25	25	—	24	—	20,5
Herz	20	193	290	186	387	222	273	223
Lungen	20	(750	1290	779	1509	793	437	648
Leber	100	1270	1572	1056	1052	1697	1374	1159
Bauchspeicheldrüse .	2,2	—	82	45	99	56	72,5	97
Milz	12,5	173	125	154	208	157	143	97
Schilddrüse . . .	2,5	11	13,5	—	—	18	20,7	24
Thymus	7,6	—	—	—	—	—	8,4	—
Nebennieren . . .	6,9	8	5	8,5	10	9	8,7	9
Nieren	19	227	255	488	335	203	232	226
Hoden	0,8	41	46	38	49	30	—	—
Eierstock	—	—	—	—	—	—	7,5	—
Muskelsystem . . .	1003	—	—	—	—	—	21840	—
Feuchtes Skelett .	185	—	—	—	—	—	4659	—
Trockenes Skelett .	110	—	—	—	—	—	—	—
Länge d. Darmes in Met.	4,50	10,00	11,50	10,80	10,85	10,40	—	9,65

[1]) Schwann, in den Mémoires de l'Académie de Bruxelles. Tome XVI. Bruxelles, 1843. 8. Observations des phenomènes periodiques. p. 52. und dieselben Tom. XVII. 1844. pag. 107.

Nr. 85. Seite 763 — 765.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und der Ausgaben eines Pferdes nach Boussingault[1]). Versuchsdauer 3 Tage.

	Absolute Menge in Grm.						Procentige Werthe, die Mengen der feuerflüchtigen Bestandtheile = 100.			
	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	17364,7	3938,1	446,5	139,4	3209,2	672,2	50,93	5,77	1,81	41,49
Koth	10725,0	1364,4	179,8	77,6	1328,9	574,6	46,24	6,09	2,63	45,04
Harn	1028,0	108,7	11,5	37,8	34,1	109,9	56,59	5,98	19,68	17,75
Merkliche Ausleerungen	11753,0	1473,1	191,3	115,4	1363,0	684,5	46,87	6,09	3,67	43,37
Perspiration	5611,7	2465,0	255,2	24,0	1846,1	— 12,3	53,70	5,56	0,52	40,22

Nr. 86. Seite 763.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und der Ausgaben einer milchgebenden Kuh nach Boussingault[2]). Versuchsdauer 3 Tage.

	Absolute Menge in Grm.						Procentige Werthe, die Mengen der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100.			
	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	71965,0	4813,4	595,5	201,5	4034,6	890,0	49,90	6,18	2,09	41,83
Milch	7388,4	628,2	99,0	46,0	321,0	56,4	57,42	9,05	4,20	29,33
Koth	24413,0	1712,0	208,0	92,0	1508,0	480,0	48,64	5,91	2,61	42,84
Harn	7239,2	261,4	25,0	36,5	253,7	384,2	45,34	4,33	6,33	44,00
Merkliche Ausleerungen	39040,6	2601,6	332,0	174,5	2082,7	920,6	50,12	6,40	3,36	40,12
Perspiration	32924,4	2211,8	263,5	27,0	1951,9	— 30,6	49,66	5,94	0,60	43,80

---

[1]) Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Tome LXI. Paris, 1839. 8. p. 128 — 136.

[2]) Boussingault, Ebendaselbst. Bd. LXXI. p. 127.

Nr. 87. Seite 763.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben eines 60 Kilogr. schweren mit Kartoffeln und Salz erhaltenen Schweines nach Boussingault [1]). Versuchsdauer 3 Tage.

	Absolute Menge in Grm						Procentige Werthe, die Menge der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100.			
	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	—	742,3	97,8	25,3	754,1	92,5	46,07	6,01	1,56	46,36
Koth	1300	57,4	8,1	9,2	48,9	84,4	46,44	6,55	7,44	39,57
Harn	3050	7,6	1,0	6,9	16,3	31,2	23,90	3,14	21,70	51,26
Merkliche Ausleerungen	4350	65,0	9,1	16,1	65,2	115,6	41,83	5,86	10,36	41,95
Perspiration	—	677,3	88,7	9,2	688,9	—23,1	46,26	6,06	0,63	47,05

Nr. 88. Seite 764.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben eines 32,2 Kilogr. schweren Schweines, das mit Kartoffeln, Salz und Fett erhalten wurde, nach Boussingault [2]). Versuchsdauer 3 Tage.

	Absolute Menge in Grm.						Procentige Werthe, die Menge der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100			
	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	—	448,7	60,2	17,3	450,7	62,1	45,93	6,16	1,77	46,14
Koth	640	27,5	4,0	3,8	19,5	47,2	50,19	7,30	6,93	35,58
Harn	1650	4,2	0,5	3,9	9,1	17,3	23,70	2,86	22,03	51,41
Merkliche Ausgaben	2290	31,7	4,5	7,7	28,6	64,5	43,37	6,21	10,62	39,45
Perspiration	—	417,0	55,7	9,6	422,1	—2,4	46,11	6,16	1,06	46,67

---

[1]) Boussingault, Ebendaselbst. Troisième Série. T. XIV. Paris, 1845. 8. p. 443.
[2]) Boussingault, Ebendaselbst. p. 451.

Nr. 89. Seite 764.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben einer 187,90 bis 186,27 Grm. schweren Turteltaube, die mit Hirse gefüttert worden, nach Boussingault[1]). Versuchsdauer 5 Tage.

	Absolute Menge in Grm.					Procentige Werthe, die Menge der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	6,074	0,830	0,434	5,504	0,340	47,30	6,46	3,38	42,86
Koth und Harn	1,192	0,154	0,278	1,030	0,354	44,91	5,80	10,48	38,81
Perspiration	4,882	0,676	0,156	4,474	—0,014	47,93	6,64	1,53	43,90

Nr. 90. Seite 764.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben einer 186,70 bis 185,47 Grm. schweren Turteltaube, die mit Hirse gefüttert wurde, nach Boussingault[2]). Versuchsdauer 7 Tage.

	Absolute Menge in Grm.					Procentige Werthe, die Menge der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	6,657	0,909	0,477	6,034	0,373	47,31	6,46	3,39	42,84
Koth und Harn	1,396	0,171	0,314	1,187	0,396	45,50	5,57	10,24	38,69
Perspiration	5,261	0,738	0,163	4,847	+0,004	47,79	6,70	1,48	44,03

Nr. 91. Seite 764.

Elementaranalytische Bestimmungen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben eines Huhnes und einer Henne, die mit Gerste gefüttert wurden, nach Sacc[3]). Versuchsdauer 7 Tage.

Der Hahn wog 772,22 Grm. bis 790,73 Grm. und die Henne 626,16 bis 604,175 Grm. Diese legte während der Versuchszeit ein Ei, das 22,66 Grm. schwer war.

[1]) Boussingault, Ebendaselbst. Tome XI. 1844. p. 439.
[2]) Boussingault, Ebendaselbst. p. 439.
[3]) F. Sacc, in den neuen Denkschriften der allgem. schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. VII. Neuchâtel, 1845. 4. p. 7 u. 8.

	Absolute Menge in Grm.							Procentige Werthe, die Menge der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.	Kreide.	Kieselsteine	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Nahrungsmittel	30,22	4,31	1,52	26,78	2,21	1,05	15,07	48,10	6,86	2,42	42,62
Koth und Harn	7,20	0,96	0,62	6,57	17,37			46,91	6,25	4,04	42,80
Perspiration	23,02	3,35	0,90	20,21	+ 0,96			48,48	7,06	1,90	42,56

Nr. 92. Seite 763. 764.

Vergleichende Zusammenstellung der verhältnißmäßigen Werthe der elementaranalytischen Bestandtheile einzelner Ausgaben der Nr. 85 bis Nr. 91 genannten Thiere, die Mengen der Nahrungsmittel = 100.

Thier.	Ausgabe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
Pferd	Koth	34,65	40,27	55,67	41,41	85,48
	Harn	2,76	2,58	27,12	1,06	16,35
	Merkliche Ausleerungen	37,41	42,85	82,79	42,47	101,83
	Perspiration	62,59	57,15	17,21	57,53	— 1,83
Milchgebende Kuh	Milch	13,05	16,62	22,83	7,96	6,34
	Koth	35,57	34,93	45,66	37,38	53,93
	Harn	5,43	4,20	18,11	6,29	43,07
	Merkliche Ausleerungen	54,05	55,75	86,60	51,63	103,34
	Perspiration	45,95	44,25	13,40	48,37	— 3,34
Mit Kartoffeln genährtes Schwein	Koth	7,73	8,28	36,36	6,49	91,24
	Harn	1,02	1,02	27,28	2,16	33,73
	Merkliche Ausleerungen	8,75	9,30	63,64	8,65	125,07
	Perspiration	91,25	90,70	36,36	91,35	— 25,07
Mit Kartoffeln und Fett genährtes Schwein	Koth	6,13	6,65	21,97	4,33	76,01
	Harn	0,94	0,83	22,54	2,02	27,86
	Merkliche Ausleerungen	7,07	7,48	44,51	6,35	103,87
	Perspiration	92,93	92,52	55,49	93,65	— 3,87
Turteltaube	Koth und Harn	19,63	18,53	64,06	18,71	104,12
	Perspiration	80,37	81,45	35,94	81,29	— 4,12
Desgl.	Koth und Harn	20,97	18,81	65,83	19,67	101,10
	Perspiration	79,03	81,19	34,17	80,33	+ 1,10
Hahn und Henne	Koth und Harn	23,83	22,27	40,79	24,53	94,76
	Perspiration	76,17	77,73	59,21	75,47	5,24

Nr. 93. Seite 763. 767.

Verhältnißmäßige Aschenmengen der mittleren täglichen Einnahmen und Ausgaben verschiedener Thiere.

Thier.	Einnahme und Ausgabe.	Absolute Menge in Grm.			Verhältnißmäßiger Werth, die Menge der Bestandtheile der Nahrungsmittel = 100.		
		Wasser.	Feuerflüchtige organische Bestandtheile.	Asche.	Wasser.	Feuerflüchtige Bestandtheile.	Asche.
Das Nr 85 angeführte Pferd nach Boussingault.	Nahrungsmittel	17364,7	7733,2	672,2	100,00	100,00	100,00
	Koth	10725,0	2950,7	574,6	61,76	38,15	85,48
	Harn	1028,0	192,1	109,9	5,92	2,49	16,35
	Perspiration	5611,7	4590,3	— 12,3	32,32	59,36	— 1,83
427,5 Kilogr. schwere Stute nach meinen Beobachtungen.	Nahrungsmittel	31394,1	9926,0	679,9	100,00	100,00	100,00
	Koth	14031,95	2844,15	290,55	44,70	28,65	42,73
	Harn	4612,3	206,95	180,75	14,69	2,09	26,59
	Rest	12749,85	6874,85	208,6	40,61	69,26	30,68
Die Nr. 86 angeführte milchgebende Kuh nach Boussingault	Nahrungsmittel	71965,0	9645,0	890,0	100,00	100,00	100,00
	Koth	24413,0	3520,0	480,0	33,92	36,50	53,93
	Harn	7239,2	576,6	384,2	10,06	5,98	43,07
	Milch	7388,4	1094,2	56,4	10,27	11,34	6,34
	Perspiration	32924,4	4454,2	— 30,6	45,75	46,18	— 3,34

Nr. 94. Seite 769.

Vergleichung der merklichen und unmerklichen Ausgaben einer Turteltaube, während der Hirsennahrung und während des Hungerns nach Boussingault [1]).

Lebensweise.	Absolute tägliche Durchschnittsmenge in Grm.							
	Koth und Harn.				Perspiration.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
Hirsenahrung	1,341	0,164	0,299	1,122	5,10	0,71	0,16	4,69
Fasten	0,1257	0,0171	0,0974	0,1114	2,41	0,26	—	—

[1]) Boussingault, in den Annales de Chimie et Physique. Troisième Série. Tome XI. Paris, 1844. 8. p. 553.

Nr. 95. Seite 786.

Von Dugniolle[1]) gelieferte vergleichende Angaben des Aschengehaltes einzelner Theile in verschiedenen Lebensaltern.

Theil.	Alter in Jahren.	Gewicht in Grm.			Procentige Menge.		
		Frische Masse.	Fester Rückstand.	Asche.	Wasser.	Fester Rückstand.	Asche.
Gehirn	Kind von 1 Monat	18,5	2,18	0,19	88,2	11,8	1,03
	Mann von 60 Jahren	43,63	10,75	0,72	75,4	24,6	1,65
Haut	Kind von 1 Monat	2,93	0,77	0,07	73,7	26,3	2,40
	81jährige Frau	5,33	1,04	0,022	80,5	19,5	0,39
Leber	Kind von 1 Monat	9,02	3,15	0,23	65,1	34,9	2,55
	42jähriger Mann	54,00	15,30	1,34	71,7	28,3	2,48
	60jähriger Mann	54,00	13,58	1,05	75,0	25,0	1,94
Ohren	Kind von 1 Monat	2,20	0,54	0,04	75,5	24,5	1,82
	20jähriges Mädchen	16,05	4,73	0,39	70,5	29,5	2,43
Muskeln	Kind von 1 Monat	4,203	0,931	0,019	77,8	22,2	0,45
	42jähriger Mann	19,50	4,58	0,30	76,5	23,5	1,54
	60jähriger Mann	37,00	8,90	0,54	75,5	24,5	1,46
Füße	Kind von 1 Monat	26,78	6,23	0,97	76,7	23,3	3,62

Nr. 96.

Verhältniß des Metermaaßes und des Grammengewichtes zu den wichtigsten europäischen Maaßen und Gewichten.

I. Längenmaaße.

Längenmaaß.	Meter.	Längenmaaß.	Meter.
1 Toise =	1,94904	1 baierischer Fuß (Duodec.) =	0,2919
1 pariser Fuß (Duodecimal) =	0,32484	1 Wiener Fuß (Duodecimal) =	0,31603
1 schweizer Fuß (Decimal) =	0,30000	1 tyroler Fuß (Duodecimal) =	0,33405
1 badischer Fuß =	0,30000	1 englischer Fuß (Duodecim.) =	0,3048
1 preußischer (rheinländischer) Fuß (Duodecimal) =	0,31380	1 Piede Liprando (Duodec.) =	0,51377
1 würtembergischer Fuß = (Duodecimal)	0,2865	1 Palmo =	0,250

[1]) Dugniolle, in den Archives de la médecine belge. Bruxelles, 1845. 8. p. 352.

II. Hohlmaaße.

Maaß.	Cubikcentimeter.	Maaß.	Cubikcentimeter.
1 Liter =	1000	1 Gallone =	4542,0
1 schweizer od. badische Maaß =	1500	1 Turiner Pinta =	1369,01
1 würtemberger Maaß =	1837,5	1 Genueser Mezzaruola =	158032
1 baierische Maaß =	1069,5	1 Biconzia =	158609
1 Wiener Maaß =	1414,08	1 Mailänder Brenta =	75554
1 preußische Quart =	1145,03		

III. Gewichte.

Gewicht.	Grammen.	Gewicht.	Grammen.
1 schweizerisches, badisches oder hessisches Pfund =	500	1 Avoir du Poids-Pfund =	453,594
1 Pfund französisches Markgewicht =	489,506	1 Mailänd. Pfd. (Peso grosso) =	753,216
1 würtembergisches Pfund =	467,586	1 Mailänd. Pfd. (Peso sottile) =	322,007
1 baierisches Pfund =	560	1 venetian. Pfd. (Peso grosso) =	476,999
1 Wiener Pfund =	560,012	1 venetian Pfd. (Peso sottile) =	301,230
1 Wiener Mark =	280,644	1 turiner Libbra =	368,844
1 preußisches Pfund =	467,711	1 genueser Libbra =	316,779
1 Troy-Pfund =	373,243	1 Gran Nürnberger Medicinalgewicht =	0,062

Verbesserungen.

S. 2. Z. 16 v. u. statt kleine lies keine.
S. 10 Z. 9 v. o. st. darann l. dann.
S. 27 Z. 8 v. u. st. 1,062 l. 1,026.
S. 30 Z. 17 v. o. st. $^{24}/_{25}$ l. $^{21}/_{25}$.
S. 34 Z. 25 v. o. st. Bewan l. Bevan.
S. 56 Z. 22 v. o. st. innere l. lineare.
S. 80 Z. 2 st. Flüssigkeit l. Dichtigkeit.
S. 91 Z. 28 v. o. st. 58,1 l. 56,7.
S. 96 Z. 21 v. o. st. nur l. nur in.
S. 98 Z. 18 v. o. st. Verrichtung l. Vorrichtung.
S. 116 Z. 20 v. o. st. *RS* l. *TS*.
S. 119 Z. 6 v. u. st. 70,9 l. 20,9.
S. 127 Z. 5 v. u. st. Okalephen l. Akalephen.
S. 129 Z. 16 v u. st. *ai* l. *hi*.
S. 159 Z. 20 v. u. st. an mit l. mit.
S. 184 Z. 15 v. o. st. ein l. einen.
S. 189 Z. 23 v. o. st. *C* l. *L*.
S. 207 Z. 9 v. o. st. O_9 l. O_8.
S. 347 Z. 3 v. o. st. Lewret l. Leuret.
S. 347 Z. 17 v. u. st. Eisenkaliumcyanür l. Eisenkaliumcyanid.
S. 352 Z. 9. v. u. st. 17,85% l. 17,85 Grm.
S. 365 Z. 18 v. o. st. nimmt l. übernimmt.
S. 389 Z. 7 v. u. st. kleiner l. größer.
S. 400 Z. 7 v. u. st. 13,5 bis 16,5 l. 1,35 bis 1,65.
S. 403 Z. 12 v. u. st. Blut l. Blutflüssigkeit.
S. 410 Z. 25 v. o. st. den l. dem.
S. 437 Z. 8. v. u. st. dessen l. deren.
S. 444 Z. 13 v. o. st. den Scheidewänden l. der Scheidewand.
S. 515 Z. 11 v. o. st. 994,3 l. 1108,8.
S. 515 Z. 19 v. o. st. 0,108 l. 0,120.
S. 515 Z. 21 v. o. st. 0,309 l. 0,341.
S. 532 Z. 9. v. u. st. ausgeathmeten l. eingeathmeten.
S. 547 Z. 14 v. o. st. 190 l. 19°.
S. 550 Z. 19 v. u. st. die zweite Röhre l. diese hier.
S. 599 Z. 11 v. u. st. *a* l. *h*.
S. 622 Z. 5 v. o. st. angiebt l. angeben.
S. 645 Z. 7 v. u. st. der l. dieser.

